



# Suivi annuel des pesticides dans l'air sur Poitiers - Campagne 2007

Date : février 2008

Auteur : Agnès Hulin, ATMO Poitou-Charentes

# Sommaire

<b>SOMMAIRE</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
<b>GLOSSAIRE</b>	<b>4</b>
<b>SYNTHESE DE L'ETUDE</b>	<b>5</b>
<b>I LES PESTICIDES DANS L'AIR</b>	<b>7</b>
I.1 LES PESTICIDES	7
I.2 CLASSIFICATION	7
I.3 LES PESTICIDES DANS L'AIR	7
I.4 MECANISMES DE CONTAMINATION DE L'ATMOSPHERE PAR LES PESTICIDES ET PHENOMENES DE TRANSPORT	8
<b>II MESURE DES PESTICIDES</b>	<b>10</b>
II.1 LE SITE DE PRELEVEMENT	10
II.2 METROLOGIE / ANALYSE	11
II.3 UTILISATION DES PESTICIDES EN POITOU-CHARENTES	11
II.4 LISTE DES SUBSTANCES ACTIVES RECHERCHEES	12
II.5 LES CAMPAGNES DE PRELEVEMENT	14
II.6 METEOROLOGIE DURANT LES CAMPAGNES DE PRELEVEMENTS	15
<b>III RESULTATS : SUIVI DES INDICATEURS ANNUELS</b>	<b>17</b>
III.1 CALENDRIER DE DETECTION DES SUBSTANCES ACTIVES EN 2007	17
III.2 FREQUENCE DE DETECTION	19
III.3 CONCENTRATIONS MOYENNES	22
III.4 CONCENTRATIONS MAXIMALES	23
<b>IV EXPLOITATION PAR SUBSTANCES ACTIVES</b>	<b>25</b>
IV.1 LA TRIFLURALINE	25
IV.2 L'ACETOCHLORE	26
IV.3 LE FOLPEL	27
IV.4 LE CHLOROTHALONIL	28
IV.5 ENDOSULFAN	29
IV.6 LE LINDANE	30
IV.7 PENDIMETHALINE	31
IV.8 ALACHLORE	32
<b>CONCLUSIONS</b>	<b>33</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX</b>	<b>34</b>

ATMO Poitou-Charentes se dégage de toute responsabilité quant à une utilisation ultérieure de ses données par un tiers. Elle rappelle que toute utilisation partielle ou totale de ses données doit faire mention de la source, à savoir ATMO Poitou-Charentes.

## Introduction

La France est le troisième plus gros utilisateur de pesticides dans le monde après les USA et le Japon. La vigne, avec moins de 3% de la SAU, représente 20% des usages (il s'agit pour 80% de fongicides).

La région Poitou-Charentes se distingue par l'importance et l'hétérogénéité de ses surfaces agricoles. D'après les résultats des enquêtes du GRAP<sup>1</sup>, environ 2 940 tonnes de substances actives ont été consommées en 2005 sur la région Poitou-Charentes. Le secteur agricole est de très loin le premier consommateur de produits phytosanitaires : 97% des consommations sont agricoles dont 26% uniquement en viticulture. Parmi les utilisations non agricoles on trouve le traitement des routes, des voies ferrées, des parcs et jardins,...

La présence de pesticides dans l'atmosphère est aujourd'hui admise comme une réalité, du fait de très nombreuses études publiées dans le monde sur le sujet.

Les campagnes de mesures des pesticides dans l'air sur la région ont été initiées pour répondre d'une part à la demande d'information de la population, et d'autre part pour mettre en œuvre les orientations données par le PRQA.

ATMO Poitou-Charentes fait partie des premières Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) à s'être intéressée à cette problématique. Elle a réalisé les premières mesures de pesticides dans l'air sur la région dès 2001. En Poitou-Charentes, si les pesticides étaient surveillés dans les eaux par le GRAP (Groupement Régional d'Action contre la Pollution par les Produits phytosanitaires), aucune mesure n'avait jusqu'alors été réalisée dans l'air.

Depuis, chaque année ATMO Poitou-Charentes réalise des campagnes de mesures de pesticides dans l'air sur la région, variant les typologies de sites étudiés pour s'intéresser aux concentrations présentes en centres urbains, en proximité viticole, dans les serres...

Depuis l'année 2003, ATMO Poitou-Charentes mène, en parallèle des études de proximité agricole, un suivi annuel des pesticides en zone péri-urbaine sur le site fixe des Couronneries appartenant à l'agglomération de Poitiers.

Les objectifs du suivi des pesticides sur un site fixe sont :

- Etudier l'influence des utilisations de pesticides sur les concentrations dans l'air en zone urbaine
- Etudier l'évolution temporelle des pesticides tout au long de l'année en fonction des périodes de traitement
- Assurer un suivi annuel de l'évolution des concentrations sur un même site.

---

<sup>1</sup> Groupement Régional d'Action contre la Pollution par les Produits phytosanitaires

## Glossaire

La constante de Henry : correspond au coefficient de partage entre la phase vapeur et la phase liquide, en  $\text{Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$ . Elle est indicative de la tendance d'un produit à se volatiliser, c'est-à-dire à passer d'un état dissous dans l'eau à l'état gazeux. Plus la constante de Henry est élevée, plus le pesticide aura tendance à se volatiliser.

La pression de vapeur : c'est la pression à laquelle un liquide et sa vapeur sont en équilibre à une température donnée. Plus la pression de vapeur d'un liquide est élevée, plus ce liquide s'évapore rapidement.

DJA : Dose Journalière Admissible

FREDON : Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles, Poitou-Charentes

HCH : hexachlorocyclohexane

GC/MS : Chromatographie en phase gazeuse couplée à une spectrométrie de masse

GC/MSMS : Chromatographie en phase gazeuse couplée à une double spectrométrie de masse

GRAP : Groupement Régional d'Action contre la Pollution par les Produits Phytosanitaires en Poitou-Charentes

HPLC/DAD : Chromatographie en phase liquide couplée à un détecteur à barrettes de diode

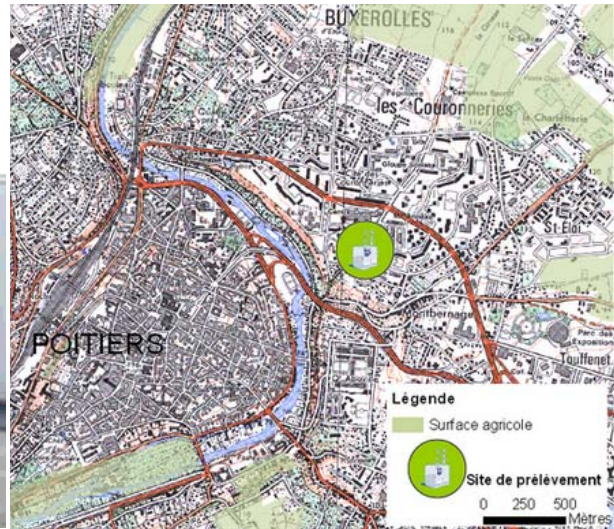
POP : Polluant Organique Persistant

Pa : Pascal

RGA : Recensement Général Agricole

SA : Substance Active

## SYNTHESE DE L'ETUDE

SUIVI ANNUEL DES PESTICIDES SUR LE SITE DES COURONNERIES  
CAMPAGNE 2007

## CARACTERISTIQUES DU SITE

<b>Commune :</b>	Poitiers (Vienne)
<b>Type :</b>	Périurbain
<b>Description :</b>	Le site est dégagé, en périphérie de Poitiers, dans le quartier des Couronneries. Il n'est pas situé à proximité immédiate des surfaces agricoles.
<b>Cultures proches :</b>	Céréales, protéagineux et oléagineux.

## CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES PRELEVEMENTS

<b>Préleveur :</b>	Partisol 2000
<b>Débit :</b>	1 m <sup>3</sup> /h
<b>Tête de prélèvement :</b>	PM10
<b>Analyses des prélèvements :</b>	Analyse groupée des filtres et mousses
<b>Durée des prélèvements :</b>	7 jours
<b>Période de prélèvement :</b>	Du 13 mars au 11 décembre 2007
<b>Nombre de campagnes :</b>	26 dont une invalidée en février, et une campagne non exploitée en mai (voir ci-dessous « Cas particulier »)

## REMARQUES

<b>Blanc terrain :</b>	Aucune trace de pesticides détectée sur les 4 blancs terrains.
<b>Cas particulier :</b>	Une campagne réalisée début mai a été invalidée en raison de l'incohérence des résultats.

RESULTATS 2007							
Substance active	Fréquence de détection		Concentration moyenne		Concentration maximale		
	2007	Evolution 2006-2007	2007 (ng/m <sup>3</sup> )	Evolution 2006-2007	2007 (ng/m <sup>3</sup> )	Evolution 2006-2007	
HERBICIDES	Trifluraline	95%	↑	0.90	43%	6.22	219%
	Pendimethaline	70%	↑	0.11	19%	0.57	177%
	Metolachlore	39%	↑	0.09	-29%	0.54	-3%
	Alachlore	34%	↓	0.10	-67%	0.64	-58%
	Acetochlore	26%	↓	0.27	-22%	2.11	18%
	Aclonifen	26%	↑	0.04	235%	0.33	238%
	Flurochloridone	20%	↑	0.01	181%	0.07	142%
	Metazachlore	20%	↑	0.02	-51%	0.13	-66%
	Dimethenamide	13%	↓	0.01	11%	0.08	35%
	Diflufenicanil	-	↓	-	-100%	-	-100%
	Atrazine	-	-	-	-	-	-
	Bifenox	-	-	-	-	-	-
	Bromoxynil octanoate	-	-	-	-	-	-
	Diclofop-methyl	-	-	-	-	-	-
	Fenoxaprop p ethyl	-	-	-	-	-	-
Flurtamone	-	-	-	-	-	-	
Tebutame	-	-	-	-	-	-	
Terbuthylazine	-	-	-	-	-	-	
FONGICIDES	Folpel	58%	↑	0.23	37%	0.84	40%
	Tolyfluanide	54%	↑	0.02	-40%	0.15	34%
	Chlorothalonil	50%	↓	0.19	-64%	0.89	-59%
	Epoxiconazole	16%	↑	0.03	116%	0.41	338%
	Cyprodinil	8%	↓	0.02	-41%	0.41	62%
	Flusilazole	8%	↓	0.01	-13%	0.12	70%
	Tebuconazole	4%	↑	0.02	100%	0.41	100%
	Azoxystrobine	-	-	-	-	-	-
	Kresoxim methyl	-	-	-	-	-	-
	Oxadixyl	-	-	-	-	-	-
INSECTICIDES	Lindane	100%	↑	0.15	-19%	0.30	-5%
	Endosulfan	75%	↓	0.17	-32%	0.75	9%
	Dichlorvos	4%	↓	-	-82%	0.08	-61%
	Lambda-cyhalothrine	4%	↑	-	100%	0.02	100%
	Carbofuran	-	-	-	-	-	-
	Deltamethrine	-	-	-	-	-	-
	Ethyl parathion	-	-	-	-	-	-
	Phosmet	-	-	-	-	-	-
Acaricides	Fenazaquin	4%	+	-	100%	0.04	100%

I.1 Les pesticides

Un pesticide est un terme générique utilisé pour désigner toutes les substances ou produits chimiques capables de contrôler, d'attirer, de repousser ou de détruire des organismes vivants (microorganismes, animaux ou végétaux) considérés comme nuisibles ou de s'opposer à leur développement.

Très hétérogènes du point de vue chimique, les pesticides se répartissent en un grand nombre de familles chimiques.

Très utilisés pour la protection des végétaux (agriculture, jardins, espaces verts, plantes d'intérieur) ils servent également pour le traitement des routes, des voiries, des voies ferroviaires, des boiseries, des denrées et des animaux domestiques.

La formulation des pesticides associe la **substance active**, substance ou micro-organisme qui détruit ou empêche l'ennemi de s'installer, à un certain nombre de **formulants** (mouillants, solvants, anti-mousses...) qui constituent la **phase inerte** et qui rendent le produit utilisable par l'agriculteur.

I.2 Classification

Selon la nature de l'espèce nuisible que l'on veut contrôler, les produits phytosanitaires sont classés en herbicides, insecticides, fongicides, acaricides (contre les acariens), molluscides, nématocides (contre les vers), rodenticides (contre les taupes et les rongeurs), corvicides (contre les oiseaux ravageurs) ou régulateur de croissance.

Les **herbicides** : ils permettent d'éliminer les mauvaises herbes ou les plantes adventices des cultures. Ils agissent par absorption foliaire ou racinaire, on distingue les herbicides systémiques et les herbicides de contact.

Les **insecticides** : ce sont des substances actives destinées à protéger les cultures, la santé humaine et le bétail contre les insectes. On distingue les insecticides de contact, d'ingestion ou d'inhalation. C'est le groupe de pesticides qui présente le plus de risques pour l'homme.

Les **fongicides** : ce sont des substances actives qui servent à lutter contre les maladies des plantes provoquées par les champignons, des bactéries, des virus ou des mycoplasmes. Les cultures qui consomment le plus de fongicides sont les céréales et les vignes pour combattre le mildiou et les oïdiums.

I.3 Les pesticides dans l'air

La présence de pesticides dans l'atmosphère est aujourd'hui admise comme une réalité, du fait de très nombreuses études publiées dans le monde sur le sujet.

Sur le plan sanitaire, les pesticides peuvent entraîner des effets aigus mais également chroniques sur des populations professionnellement exposées.

Si la toxicité aiguë des pesticides est reconnue, leur toxicité chronique est en revanche plus controversée. On les suspecte toutefois de jouer un rôle dans le développement de cancers, de troubles de la reproduction ou de troubles neurologiques.

Les pesticides ne sont à l'heure actuelle **pas réglementés dans l'air ambiant**.



I.4 Mécanismes de contamination de l'atmosphère par les pesticides et phénomènes de transport

Les phytosanitaires peuvent être appliqués de plusieurs façons. Il s'agit le plus souvent d'une pulvérisation de liquide sur les plantes et le sol, mais certains pesticides s'incorporent directement dans le sol, sous forme liquide ou de granulés ou sont présents directement dans les semences.

Les substances actives atteignent ainsi les plantes, le sol, l'atmosphère où ils sont ensuite transformés et transportés.

La contamination de l'atmosphère par les pesticides s'effectue de trois manières différentes :

- Tout d'abord par **dérive** au moment des applications
- Par **volatilisation** de post-application à partir des sols et plantes traités
- Par **érosion** éolienne sous forme adsorbée sur les poussières de sols traités

La dérive est la fraction de la pulvérisation qui n'atteint pas le sol ou la culture et qui est mise en suspension par le vent et les courants d'air. A ce niveau, les traitements par avion contribuent de façon significative à la contamination de l'atmosphère, puisque 25 à 75 % des quantités appliquées y seraient transférées.

La volatilisation à partir des sols ou de la végétation traitée a été également reconnue comme source de contamination ; elle semble même être plus importante que la dérive qui a lieu au moment des applications.

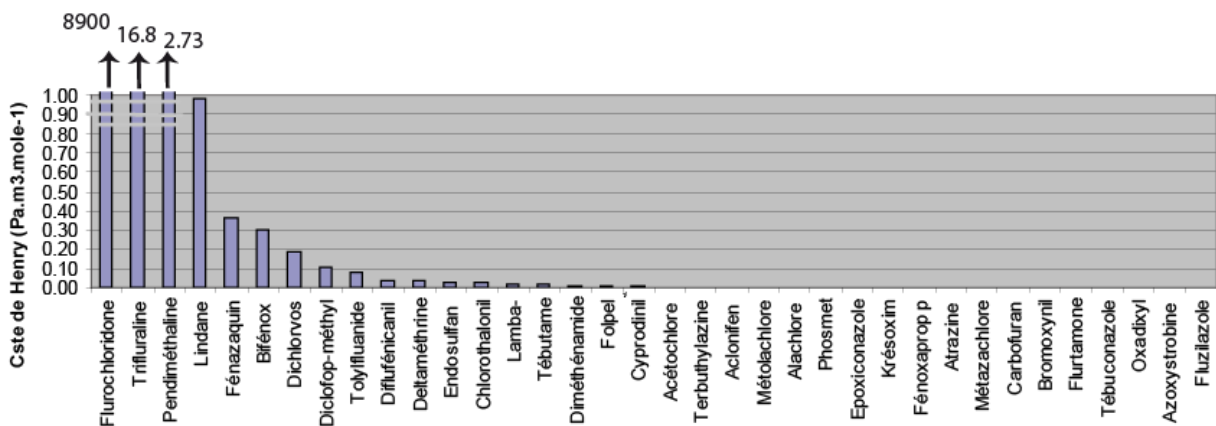
Les principaux facteurs qui influencent la volatilisation sont les suivants :

- **Nature du pesticide**

La structure moléculaire du pesticide détermine ses propriétés physico-chimiques, telles que sa pression de vapeur, sa solubilité ou sa stabilité chimique. Le taux de volatilisation d'un pesticide dépend tout d'abord de sa constante de Henry (plus la valeur de la substance est élevée, plus elle s'évapore rapidement). Cette dernière tend à augmenter avec la température et à diminuer lors de l'absorption du pesticide à la surface du sol.

La forme du produit sous laquelle la substance active est appliquée a également un impact sur les émissions (poussières, granulés, liquides,...).

Le graphique suivant représente les substances actives classées par ordre décroissant en fonction de leur constante de Henry (Seuls les pesticides recherchés en 2007 sont présentés dans ce graphe. Les valeurs sont disponibles dans le *Tableau 2: Liste des pesticides recherchés en 2007*).



D'autres paramètres entre en jeu dans les causes de volatilisation post-application, tels que la nature du sol, le mode d'application ou la météorologie. Mais si l'on se limite à ce paramètre physique, les substances de la liste les plus susceptibles d'être mesurées dans l'air suite à une volatilisation sont les fluorchloridone, trifluraline, pendiméthaline, (lindane), fénazaquin, bifénox, dichlorvos, diclofop méthyl, tolyfluand, Deltaméthrine, endosulfan et chlorothalonil.

- **Les conditions météorologiques**

La volatilisation des pesticides dépend de la température ambiante, dont l'augmentation peut selon les cas diminuer ou augmenter la part de substance volatilisée, en fonction de son influence sur divers facteurs tels que la diffusion du pesticide vers la surface du sol, ou les mouvements de l'eau dans le sol. Dans la majeure partie des cas, une augmentation de la température engendre une augmentation de la volatilisation, car la pression de vapeur du pesticide augmente.

Mais si la température augmente suffisamment pour assécher le sol, les transports des pesticides par l'eau vers la surface du sol seront stoppés, et la volatilisation réduite.

Le vent a également une influence majeure sur la volatilisation : plus le vent est fort et plus la volatilisation sera favorisée.

- **Les caractéristiques du sol**

Un sol riche en matière organique ou en argile aura tendance à réduire le taux de volatilisation des pesticides, en raison des capacités d'adsorption de ce type de sol.

L'humidité du sol est également importante, puisqu'un sol humide aura tendance, par évaporation de l'eau, à entraîner les pesticides vers la surface, et à en augmenter la volatilisation.

Une fois dans l'atmosphère, les pesticides peuvent être précipités vers le sol, soit sous forme humide (dans la pluie et la neige) soit sous forme sèche (particules) ou être dégradés. Les voies de contamination et de transformation des produits phytosanitaires dans l'atmosphère sont résumées dans la figure ci-dessous.

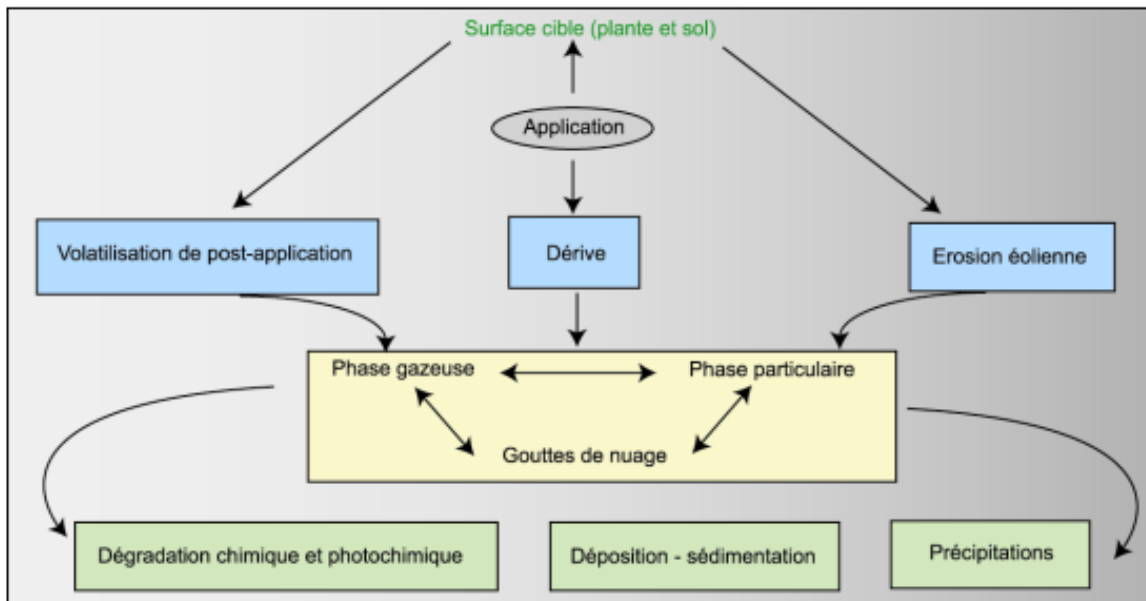


Figure I-1 : voies d'entrée et de sortie des pesticides dans l'atmosphère

II.1 Le site de prélèvement

Les prélèvements sont réalisés sur le site « Les Couronneries », en zone périurbaine au nord-est de Poitiers. Ce site est également utilisé par ATMO Poitou-Charentes comme station de mesure fixe de surveillance de la qualité de l'air sur Poitiers.

Les prélèvements de pesticides y sont réalisés chaque année depuis 2003.



Figure 2 : Emplacement du site de mesure : vue rapprochée

Le site est relativement dégagé, et n'est pas situé à proximité immédiate de zones agricoles. Les principales cultures autour de Poitiers sont des céréales, des oléagineux et des protéagineux.



Figure 3 : Emplacement du site de mesure : vue d'ensemble

En 2003, une étude sur le comportement spatial des pesticides sur l'agglomération de Poitiers avait été menée à l'aide de 4 sites de prélèvements, dont celui des Couronneries.

Les résultats laissaient penser que la localisation du site sur l'agglomération n'avait pas de grande influence sur les concentrations mesurées à condition qu'il ne soit pas implanté à proximité directe de la source agricole.

Le site des Couronneries est donc supposé être représentatif de l'agglomération de Poitiers.

### II.2 Métrologie / analyse

Les mesures sont réalisées suivant les projets de norme AFNOR X43-058 pour les prélèvements et X43-059 pour l'analyse.

La norme est basée sur les méthodes américaines EPA TO-4A et EPA TO-10A qui servaient jusqu'alors de référence, et sur les travaux des AASQA.

D'un point de vue technique, une mesure de pesticides se décompose en plusieurs phases : le nettoyage préalable du matériel servant aux prélèvements et au conditionnement des échantillons, le prélèvement proprement dit, ainsi que le stockage et le transport des échantillons. Ces étapes, mis à part le conditionnement, sont effectuées par ATMO Poitou-Charentes.

Les prélèvements sont réalisés à l'aide d'un préleveur moyen-volume (Partisol 2000) sur une durée de 7 jours. Ils sont réalisés à débit constant (1 m<sup>3</sup>/heure), sur un filtre en quartz piégeant les pesticides en phase particulaire et une mousse en polyuréthane piégeant les pesticides en phase gazeuse.



Figure 4 : Module d'échantillonnage assemblé dans le préleveur et ses différents éléments (photo INERIS – LCSQA)

Le partisol est équipé d'une tête de prélèvement PM10, ce qui signifie que seules les particules de diamètres inférieurs à 10µm sont prises en compte.

Les analyses sont confiées au laboratoire INANESCO Chimie de Poitiers. Elles sont réalisées par chromatographie en phase gazeuse ou phase liquide selon les molécules. Les limites de quantification sont données en annexe.

### II.3 Utilisation des pesticides en Poitou-Charentes

Les données de ce paragraphe sont issues d'une publication de la FREDON sur l'utilisation des pesticides en Poitou-Charentes en **2005** [5].

La région Poitou-Charentes est une région très agricole et assez peu densément peuplée, la part des utilisations de phytosanitaires pour le seul secteur agricole est très majoritaire ; elle est de 97% des quantités totales de pesticides consommés en 2005 (hors substances minérales).

La vigne est la culture la plus consommatrice de phytosanitaire ; elle représente 27% des utilisations agricoles. Elle est immédiatement suivie par le maïs, qui représente également un peu plus d'un quart des consommations, mais pour des surfaces cultivées beaucoup plus vastes.



La première substance en terme de quantité est le glyphosate, herbicide à très large spectre d'action, ce qui explique son emploi généralisé sur un grand nombre de cultures ainsi que les quantités consommées chaque année. Parmi les cinq substances les plus utilisées en Poitou-Charentes, on trouve trois fongicides utilisés principalement sur la vigne : ainsi le mancozèbe, le folpel et le fosétyl-aluminium utilisés pour la lutte contre le mildiou viennent en seconde, troisième et cinquième position. La quatrième place est occupée par la trifluraline, premier herbicide utilisé sur les oléagineux (colza, tournesol).

Le tableau suivant présente les dix principales substances actives (classées par tonnage) utilisées en 2005 par type de culture en Poitou-Charentes (hors substances minérales).

Céréales à paille	Oléagineux	Maïs	Divers	Vigne
<b>Glyphosate (sel d'isopropylamine)</b>	<b>Trifluraline</b>	<b>Acétochlore</b>	1,3-dichloropropène	<b>Mancozèbe</b>
Isoproturon	<b>Aclonifen</b>	<b>Glyphosate (sel d'isopropylamine)</b>	<b>Glyphosate (sel d'isopropylamine)</b>	<b>Folpel</b>
Chlorméquat	<b>Glyphosate (sel d'isopropylamine)</b>	<b>S-metolachlore</b>	<b>Chlorothalonil</b>	<b>Fosétyl-aluminium</b>
<b>Prochloraze</b>	<b>Flurochloridone</b>	<b>Carbofuran</b>	<b>Procymidone</b>	<b>Metirame-zinc</b>
<b>Chlortoluron</b>	<b>Pendiméthaline</b>	<b>Alachlore</b>	<b>Glyphosate (sel d'ammonium)</b>	<b>Glyphosate (sel d'isopropylamine)</b>
<b>Fenpropimorphe</b>	<b>Napropamide</b>	Bentazone	<b>Captane</b>	<b>Aminotriazole</b>
<b>Glyphosate (sel d'ammonium)</b>	Métaldéhyde	<b>Glyphosate (sel d'ammonium)</b>	Métaldéhyde	<b>Diuron</b>
<b>Prosulfocarbe</b>	<b>Métazachlore</b>	<b>Dimethenamid-p</b>	Chlorméquat	<b>Thiocyanate d'amonium</b>
<b>Epoxiconazole</b>	<b>Diméthachlore</b>	<b>Aclonifen</b>	<b>Naptalame</b>	<b>Captane</b>
<b>Cyprodinyl</b>	<b>Carbofuran</b>	<b>Benfuracarbe</b>	Dazomet	<b>Chlorpyriphos-ethyl</b>
<b>Total : 746 910 kg</b>	<b>Total : 552 620 kg</b>	<b>Total : 366 986 kg</b>	<b>Total : 439 672 kg</b>	<b>Total : 769 766 kg</b>

source : Fredon Poitou-Charentes, données 2005

Tableau II-1 : principales substances actives utilisées par type de culture en Poitou-Charentes en 2005

**En vert** : herbicide

**En orange** : fongicides

**En bleu** : insecticide

**En gris** : Nématicide, acaricide, régulateur de croissance, molluscicide

#### II.4 Liste des substances actives recherchées

Environ 300 pesticides sont utilisés sur la région et il n'est pas possible de rechercher l'ensemble de ces composés dans l'air. Les principaux critères retenus afin de sélectionner une liste de substances actives caractéristique des utilisations régionales sont :

- o la capacité de molécules à se retrouver dans l'atmosphère (volatilité, propriété physique, mode d'application,...)
- o les quantités utilisées sur la région
- o la faisabilité de la mesure
- o la toxicité (prise en compte à partir de la DJA)

**Cette liste a vocation à évoluer régulièrement** dans une faible mesure afin de prendre en compte l'évolution des utilisations et d'être de plus en plus représentative des concentrations de pesticides dans l'air de la région. Sont rajoutées à la liste les substances actives à étudier prioritairement au niveau national selon les travaux du LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air).

Parmi les 37 substances actives suivies de 2004 à 2007 par ATMO Poitou-Charentes, 2 ont été interdites d'utilisation courant 2007 ; l'endosulfan et le tolylfuanide.

Substance active	Cste de Henry <sup>2</sup> Pa.m <sup>3</sup> . mole <sup>-1</sup>	DJA mg/kg/j	Action	Première mesure à Poitiers	Substance active interdite depuis
Acétochlore	4.27E-03	0.02	HERBICIDE	2004	
Aclonifen	3.02E-03	0.02	HERBICIDE	2003	
Alachlore	2.10E-03	0.0005	HERBICIDE	2003	
Atrazine	1.50E-04	0.0005	HERBICIDE	2003	sept-2003
Azoxystrobine	7.30E-09	0.1	FONGICIDE	2004	
Bifénox	3.00E-01	0.3	HERBICIDE	2004	
Bromoxynil octanoate	1.3E-5	0.01	HERBICIDE	2004	
Carbofuran	2.50E-05	0.002	INSECTICIDE	2004	
Chlorothalonil	2.50E-02	0.03	FONGICIDE	2003	
Cyprodinil	6.6 - 7.2E-3	0.03	FONGICIDE	2003	
Deltaméthrine	3.10E-02	0.01	INSECTICIDE	2004	
Dichlorvos	1.90E-01	0.004	INSECTICIDE	2003	
Diclofop-méthyl	1.05E-01	0.002	HERBICIDE	2004	
Diflufénicanil	3.3 <sup>E</sup> -2	0.25	HERBICIDE	2003	
Diméthénamide	8.63E-03	0.04	HERBICIDE	2003	
Endosulfan	2.90E-02	0.006	INSECTICIDE	2003	30/05/2007
Epoxiconazole	4.70E-04	0.005	FONGICIDE	2003	
Ethyl parathion			INSECTICIDE	2004	sept-2002
Fénazaquin	3.66E-01	0.005	ACARICIDE	2004	
Fénoxaprop p éthyl	2.74E-04	0.01	HERBICIDE	2003	Fin -2003
Flurochloridone	8.9E+03	0.05	HERBICIDE	2004	
Flurtamone	1.30E-05	0.03	HERBICIDE	2004	
Fluzilazole	2.70E-09	0.002	FONGICIDE	2003	
Folpel	7.80E-03	0.1	FONGICIDE	2004	
Krésoxim méthyl	3.60E-04	0.4	FONGICIDE	2004	
Lamba-cyhalothrine	2.00E-02	0.05	INSECTICIDE	2004	
Lindane	9.80E-01		INSECTICIDE	2003	1998
Métazachlore	5.74E-05	0.036	HERBICIDE	2003	
Métolachlore	2.40E-03	0.03	HERBICIDE	2003	Fin 2003
Oxadixyl	2.7 <sup>E</sup> -7	0.01	FONGICIDE	2004	Fin -2003
Pendiméthaline	2.73	0.05	HERBICIDE	2003	
Phosmet	1.03E-03	0.01	INSECTICIDE	2004	
Tébuconazole	1.20E-05	0.03	FONGICIDE	2004	
Tébutame	1.50E-02	0.15	HERBICIDE	2003	2003
Terbutylazine	4.05E-03	0.0022	HERBICIDE	2003	sept-2003 (juin 2004 sur vigne)
Tolyfluanide	7.70E-02	0.1	FONGICIDE	2004	31/07/2007
Trifluraline	1.68E+01	0.0024	HERBICIDE	2003	

Tableau 2: Liste des pesticides recherchés en 2007

<sup>2</sup> Source : [6]

II.5 Les campagnes de prélèvement

			2003	2004	2005	2006	2007	
Semaine 1	Janvier	Hiver						
Semaine 2								
Semaine 3								
Semaine 4								
Semaine 5								
Semaine 6	Fevrier							
Semaine 7								
Semaine 8								
Semaine 9								
Semaine 10	Mars							
Semaine 11								
Semaine 12								
Semaine 13	Avril	Printemps						
Semaine 14								
Semaine 15								
Semaine 16								
Semaine 17								
Semaine 18			Mai					
Semaine 19								
Semaine 20								
Semaine 21	Juin							
Semaine 22								
Semaine 23								
Semaine 24								
Semaine 25								
Semaine 26	Juillet	Ete						
Semaine 27								
Semaine 28								
Semaine 29								
Semaine 30	Aout							
Semaine 31								
Semaine 32								
Semaine 33								
Semaine 34								
Semaine 35	Septembre							
Semaine 36								
Semaine 37								
Semaine 38	Octobre	Automne						
Semaine 39								
Semaine 40								
Semaine 41								
Semaine 42	Novembre							
Semaine 43								
Semaine 44								
Semaine 45	Decembre							
Semaine 46								
Semaine 47								
Semaine 48								
Semaine 49	Decembre							
Semaine 50								
Semaine 51								
Semaine 52								

Figure 5 : calendrier des campagnes de prélèvement sur Poitiers de 2003 à 2007

Ne sont indiquées dans le tableau précédent que les campagnes dont les résultats ont été exploités dans ce rapport.

II.6 Météorologie durant les campagnes de prélèvements

Les mécanismes de contamination de l'atmosphère par les pesticides et le transport de ces substances sont fortement dépendant des conditions météorologiques.

Elles influencent les périodes de traitement choisies par les exploitants, un traitement efficace nécessitant des vents faibles et un temps non pluvieux.

Les phénomènes de volatilisation des molécules seront favorisés par des températures plus élevées. Mais si la température augmente suffisamment pour assécher le sol, les transports des pesticides par l'eau vers la surface du sol seront stoppés, et la volatilisation réduite.

Le vent a également une influence majeure sur la volatilisation : plus le vent est fort et plus la volatilisation sera favorisée.

Par ailleurs, la pression parasitaire des parasites fongiques va être amplifiée dans les périodes chaudes et humides, entraînant un besoin de traitement fongicide plus important.

Les prélèvements ont eu lieu tout au long de l'année 2007. Les trois graphiques suivants représentent à l'échelle hebdomadaire le cumul des précipitations, la force du vent et les températures moyennes enregistrées sur la station Météo-France de Biard (aéroport de Poitiers).

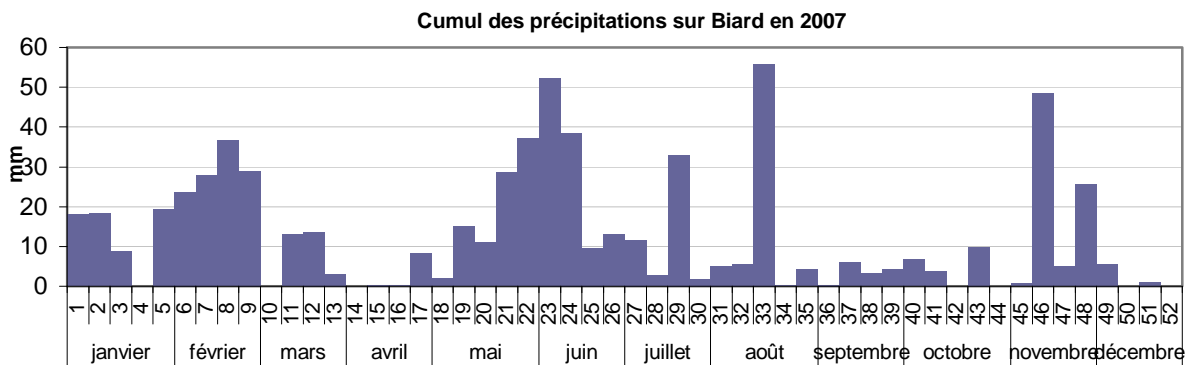


Figure 6 : Cumul hebdomadaire des précipitations sur Biard en 2007

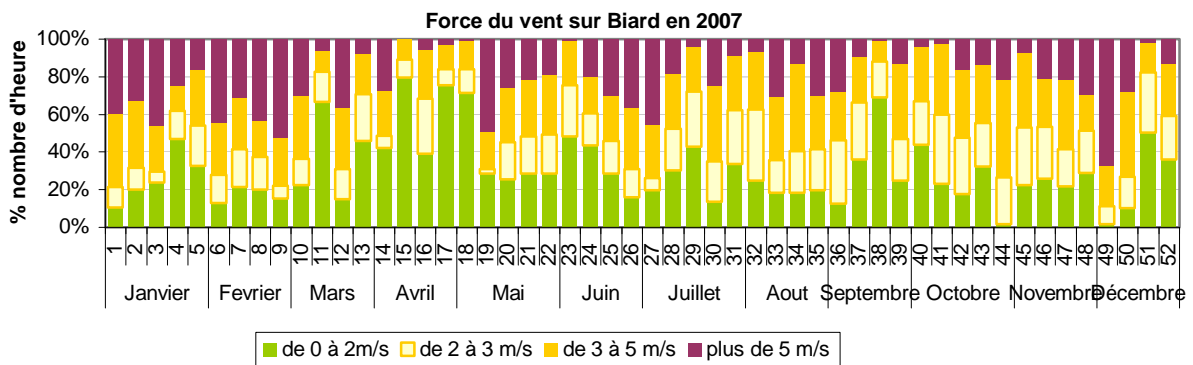


Figure 7 : Force du vent sur Biard en 2007



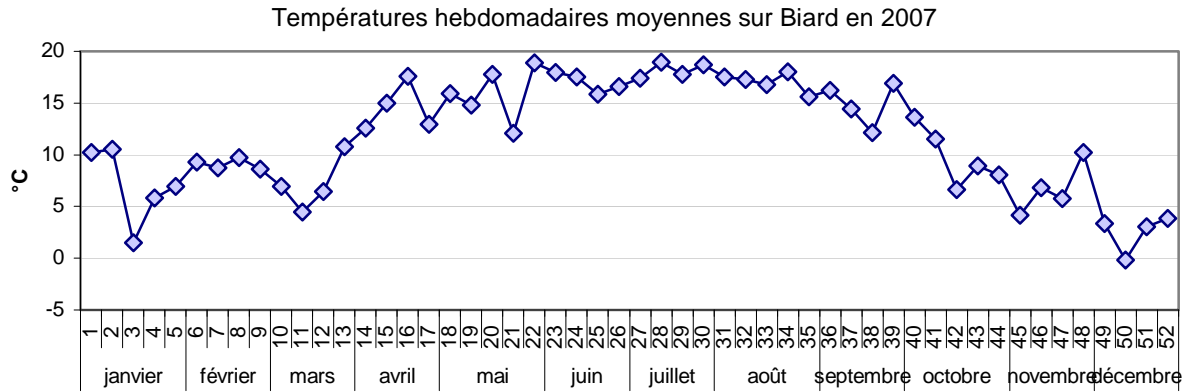


Figure 8 : Températures moyennes hebdomadaires sur Biard en 2007

L'année 2007 a connu un climat particulier, avec peu d'ensoleillement, des températures globalement peu élevées et beaucoup de précipitations.

Le début de l'année est, avec les mois de janvier et février, remarquablement doux et pluvieux. Au mois de mars, la pluie est toujours présente mais les températures rafraîchissent. Les vents, de sud-ouest à nord-ouest sont souvent forts. En revanche, le mois d'avril se fait remarquer par ses températures estivales, son excellent ensoleillement et ses précipitations déficitaires. Les mois de mai et juin sont de nouveau pluvieux, mais restent doux. Ils sont suivis par un été frais et pluvieux. Le soleil est de nouveau présent à partir du mois de septembre, et ce jusqu'en décembre. Les températures sur cette période sont peu élevées et les précipitations sont déficitaires.

Trois indicateurs sont utilisés depuis 2004 pour le suivi annuel de l'évolution des concentrations en pesticides dans l'air :

- La fréquence de détection
- Les concentrations moyennes
- Les concentrations maximales

De 2004 à 2006, la liste des substances suivies n'a pas été modifiée, mais en 2003, les composés suivants n'étaient pas recherchés sur Poitiers :

Herbicide	Fongicide	Insecticide	Acaricide
Acétochlore	Azoxystrobine	Carbofuran	Fénazaquin
Bifénox	Folpel	Deltaméthrine	
Bromoxynil octanoate	Krésoxim méthyl	Ethyl parathion	
Diclofop-méthyl	Oxadixyl	Lamba-cyhalothrine	
Flurochloridone	Tébuconazole	Phosmet	
Flurtamone	Tolyfluanid		
Diméthénamide			

Figure 9 : Substances non recherchées en 2003

L'absence de valeur pour ces substances actives en 2003 ne signifie donc pas qu'elles n'étaient pas détectées, mais que l'information n'est pas disponible.

### III.1 Calendrier de détection des substances actives en 2007

Cette valeur correspond à une détection et non à une présence de la molécule dans l'air : si elle n'est pas détectée, il est toujours possible qu'elle soit présente à des concentrations inférieures à la limite de quantification.

En 2007, 20 composés sur les 37 recherchés ont été détectés (contre 19 en 2006), dont 9 herbicides, 7 fongicides et 4 insecticides.

Le **diflufenicanil**, herbicide qui avait été détecté pour la première fois en 2006 n'est plus détecté cette année.

Le **Tébuconazole**, fongicide utilisé sur céréales, est détecté pour la première fois cette année sur un prélèvement effectué début mars.

La **Lambda-cyhalothrine** (insecticide) est également détectée pour la première fois cette année sur un prélèvement réalisé début août.

Ces deux molécules nouvellement détectées n'ont été prélevées que sur une seule campagne.

Le graphique suivant représente le nombre de pesticides détectés par campagne de mesure sur le site des Couronneries en 2007.

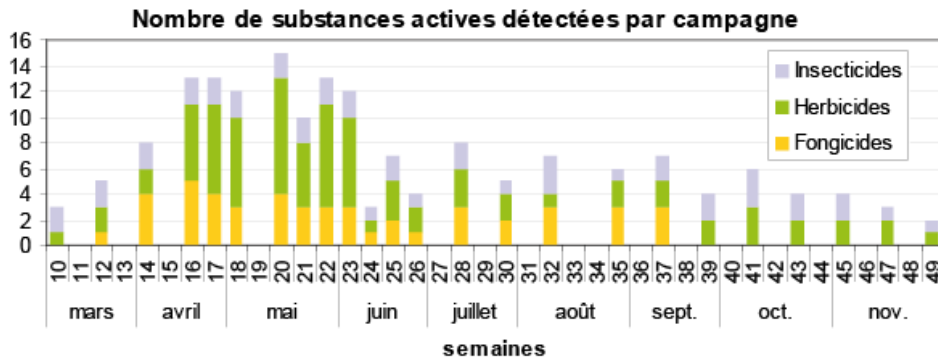


Figure 10 : Nombre de substances actives détectées par campagne de prélèvement en 2007

C'est comme chaque année en avril-mai, soit en période de traitement du maïs, tournesol, blé ou autres cultures de printemps, que l'on détecte le plus grand nombre de pesticides. C'est en particulier vrai pour les herbicides ; c'est à cette période que l'on détecte des molécules comme l'**acétochlore**, l'**alachlore** (maïs) ou l'**aconifén** (pois tournesol), molécule qui ne sont plus détectées le restant de l'année (cf Tableau 3).

A partir du mois d'août, on ne détecte plus que trois herbicides : le **métazachlore**, la **pendiméthaline** et la **trifluraline**. Ce sont trois herbicides à large spectre d'action, qui peuvent être utilisés sur culture de printemps et d'automne.

On détecte les fongicides de fin mars à fin août. Cette année, contrairement aux années précédentes, les fongicides ne sont plus détectés dès la seconde semaine du mois de septembre.

Parmi les insecticides recherchés, on détecte comme chaque année, quelle que soit la saison, le lindane (interdit en agriculture depuis 1998) et l'endosulfan (interdit depuis juin 2007). Le **dichlorvos** et la **Lambda-cyhalothrine** ont chacun été détectés sur une seule campagne, respectivement en août et octobre.

## Résultats : suivi des indicateurs annuels

Le tableau suivant représente par campagne les valeurs moyennes détectées par molécule et par semaine. Les principales périodes de traitement sur la région sont également renseignées par molécule.

2007		Herbicides								Fongicides							Insecticides				Acc.
Semaine	Acetochlore	Aclonifen	Alachlore	Dimethenamide	Flurochloridone	Metazachlore	Metolachlore	Pendimethaline	Trifluraline	Chlorothalonil	Cyprodinil	Epoxiconazole	Flusilazole	Folpel	Tebuconazole	Tolyfluanide	Dichlorvos	Endosulfan	Lambda-cyhalothrine	Lindane	Fenazaquin
									0.09									0.14		0.14	
mars								0.15	0.26						0.41			0.09			0.08
								0.05	0.23	0.61	0.41	0.09	0.08					0.20			0.09
	0.18	0.15	0.06				0.15	0.12	0.12	0.89	0.11	0.15	0.12			0.02		0.35			0.24
avril	2.11	0.21	0.64		0.02		0.33	0.21	1.36	0.31		0.41		0.15		0.04		0.59			0.30
	1.57	0.10	0.43	0.06			0.17	0.40	0.88	0.57				0.14		0.02		0.14			0.17
	1.44	0.33	0.60	0.08	0.07	0.08	0.54	0.57	0.42	0.42		0.08		0.72		0.03		0.21			0.15
			0.24		0.02		0.32	0.18	0.27	0.50				0.53		0.02		0.53			0.21
mai	0.72	0.09	0.20		0.02	0.07	0.20	0.17	0.46	0.29				0.77		0.03		0.34			0.20
	0.27	0.12	0.09		0.02		0.30	0.08	0.12	0.54				0.63		0.02		0.75			0.24
				0.07										0.09							0.07
			0.05				0.04		0.07					0.42		0.03		0.06			0.21
juin								0.03	0.12					0.26							0.08
								0.03	0.04	0.18	0.09			0.84		0.15		0.11			0.13
juillet								0.04	0.13					0.21		0.02					0.11
									0.13	0.11				0.42		0.03	0.08	0.07			0.15
							0.08		6.22	0.21				0.12		0.02					0.10
août							0.13		2.14	0.10				0.15		0.02		0.10			0.24
sept.								0.08	2.33									0.10			0.24
							0.06	0.05	1.12									0.07	0.02		0.13
								0.11	1.33									0.06			0.07
oct.								0.17	2.05									0.12			0.12
								0.17	0.82												0.10
nov.									0.64												0.09

■ Utilisation sur grandes cultures  
■ Utilisation sur vignes et vergers  
■ Ancienne période d'utilisation (molécule interdite)

Tableau 3 : Calendrier des concentrations prélevées pour les molécules détectées

### III.2 Fréquence de détection

La fréquence de détection d'une substance correspond au nombre de fois où elle est détectée par rapport au nombre de prélèvements réalisés.

Le graphique suivant représente l'évolution des détections des herbicides sur Poitiers de 2003 à 2007. De nombreux prélèvements ayant été invalidés en 2006 (seuls 13 campagnes étaient exploitables), les résultats de cette année ne peuvent être considérés comme étant représentatifs. Ils ne sont présentés ici qu'à titre indicatif.

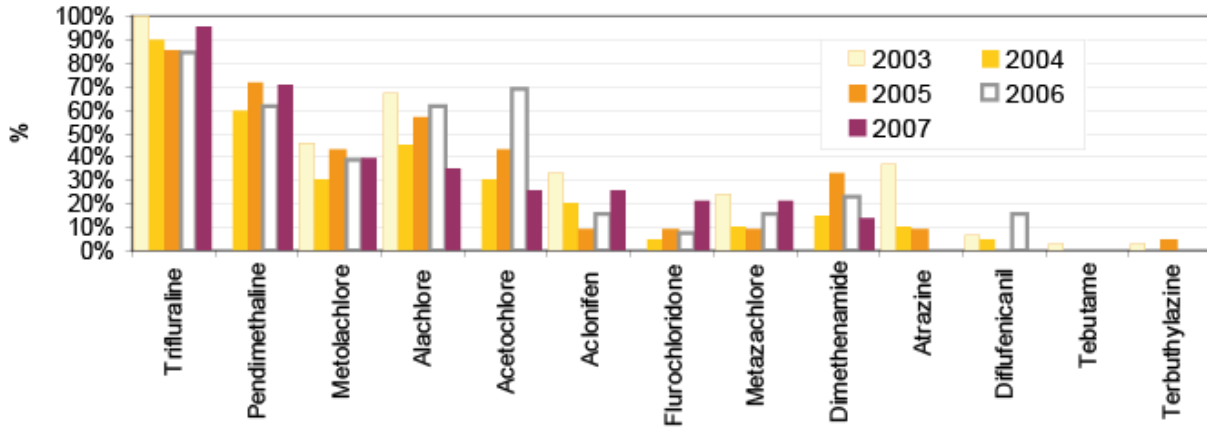


Figure 11 : évolution des fréquences de détection des herbicides de 2003 à 2007

Les deux herbicides les plus détectés sont tous deux utilisés à la fois au printemps et à l'automne, ce qui explique en partie leur présence dans l'air une grande partie de l'année ; la **trifluraline** est encore en 2007 l'herbicide le plus détecté dans l'air sur Poitiers. Elle est suivie par la **pendiméthaline**, qui de même que les années précédentes, est détectée sur environ 70% des prélèvements.

En dehors de ces deux herbicides, les fréquences de détection en 2007 sont toutes inférieures à 50%.

On observe cette année quelques inversions de tendance :

✓ **L'acétochlore** est un des herbicides qui a été utilisé en remplacement de l'atrazine pour le désherbage du maïs. Son utilisation avait plus que triplé entre 2000 et 2005, ce qui se reflétait l'année dernière encore par une augmentation des fréquences de détection. Cette année, la présence de la molécule dans l'air est en régression, elle n'est plus détectée dès le mois de juin, alors qu'en 2006, elle était présente jusqu'à la fin du mois d'août.

✓ **L'alachlore**, également utilisé au printemps pour le désherbage du maïs, est de même moins présent cette année.

Les conditions météorologiques froides et pluvieuses des mois de mai et juin peuvent expliquer que l'on ait pas détecté ces molécules après leur période d'épandage, soit après le mois de mai. Les conditions étaient en effet très peu favorables à la volatilisation ou à la persistance des molécules dans l'air.

A noter qu'on observe à l'inverse une augmentation des fréquences de détection de deux herbicides du tournesol : **l'aclonifen** et la **flurochloridone**.

Le graphique suivant représente l'évolution des fréquences de détection des fongicides sur Poitiers de 2003 à 2007.

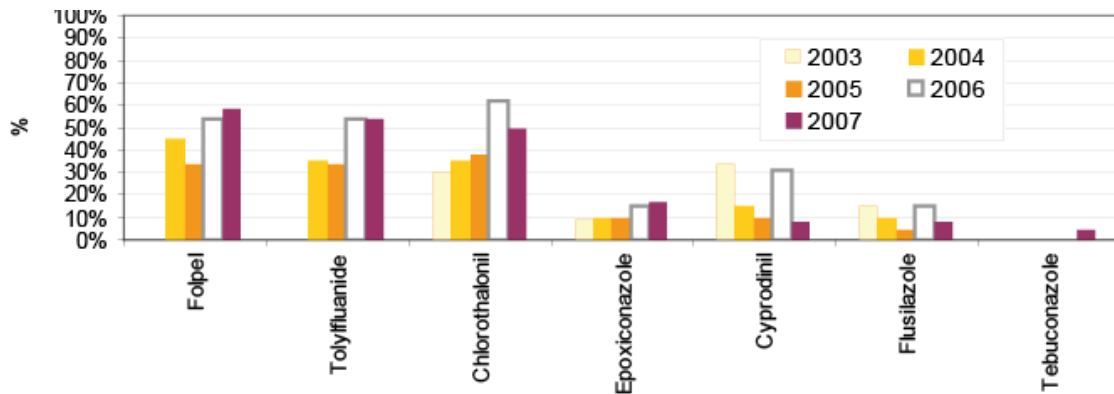


Figure 12 : évolution des fréquences de détection des fongicides de 2003 à 2007

Les trois principaux pesticides détectés (**folpel**, **tolyfluanide** et **chlorothalonil**) ont des fréquences de détection en hausse cette année par rapport aux années 2003-2005. Mais cette augmentation ne signifie pas que ces molécules étaient plus souvent présentes dans l'air cette année ; elles sont de même que les années précédentes détectées d'avril à septembre. L'augmentation de la fréquence de détection est « artificielle », elle est due à des campagnes réalisées en juillet-août, période qui ne faisait pas l'objet de prélèvement les années précédentes.

Le **cyprodinil**, utilisé en avril sur céréales, n'est plus détecté en mai comme les années précédentes. Cela peut être mis en relation avec les conditions très pluvieuses du mois de mai, peu favorables à la revolatilisation de la molécule.

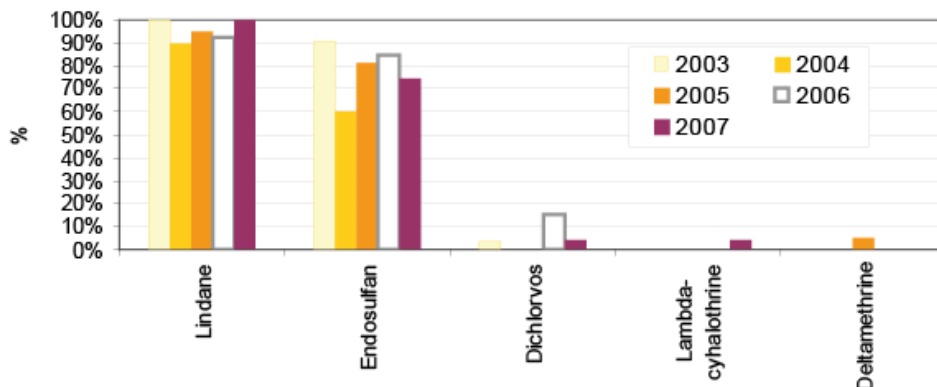


Figure 13 : évolution des fréquences de détection des insecticides de 2003 à 2007

Cette année encore, la présence dans l'atmosphère du **lindane**, interdit d'utilisation en 1998, ne régresse pas, puisque la molécule est détectée sur l'ensemble des prélèvements.

L'**endosulfan**, interdit d'utilisation en juin 2007 est détecté dans l'air jusqu'au début du mois de novembre. Les deux autres insecticides détectés ne l'ont été que sur un seul prélèvement.

III.3 Concentrations moyennes

Le graphique suivant représente l'évolution depuis 2003 des concentrations moyennes d'herbicides prélevées sur Poitiers.

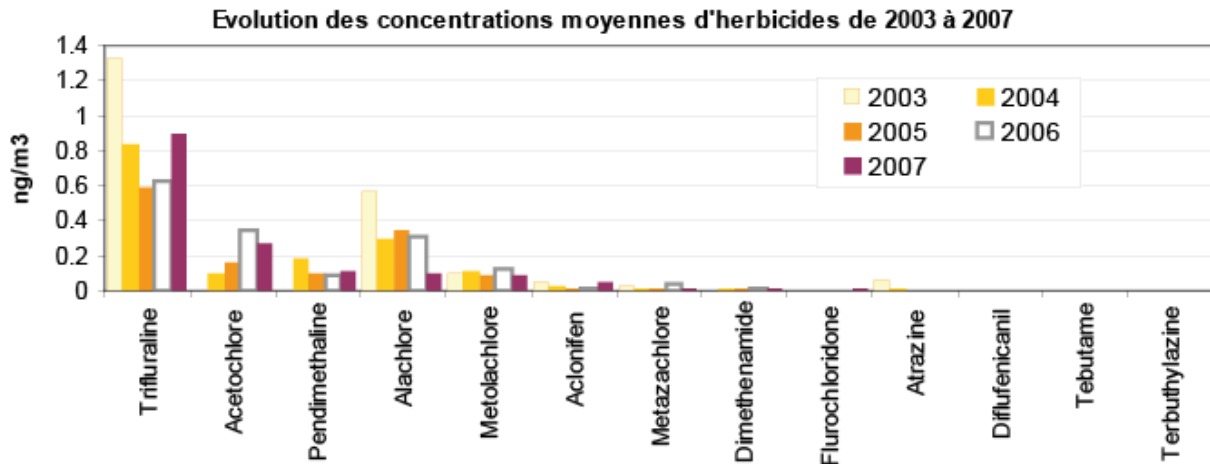


Figure 14 : évolution des concentrations moyennes d'herbicides de 2003 à 2007

La **trifluraline**, herbicide du tournesol et du colza est comme chaque année la molécule dont les concentrations dans l'air sont les plus élevées. Les concentrations prélevées en août et septembre ont été un peu plus supérieures à celles des années précédentes, en particulier au mois d'avril, en pleine période de traitement.

Les concentrations d'**acétochlore**, herbicide qui a connu une forte augmentation de son utilisation de 2000 à 2005 sur la région, sont également un peu plus élevées que les années précédentes.

A l'inverse, un autre herbicide très utilisé sur maïs est détecté avec des concentrations moins élevées : l'**alachlore**. On peut peut-être voir dans la baisse des concentrations et de la fréquence de détection de la molécule l'impact du recul de son utilisation ces dernières années : on enregistre entre 2000 et 2005 une diminution des utilisations de près d'un facteur 4 (Source GRAP).

Le graphique suivant représente l'évolution depuis 2003 des concentrations moyennes de fongicides prélevées sur Poitiers.

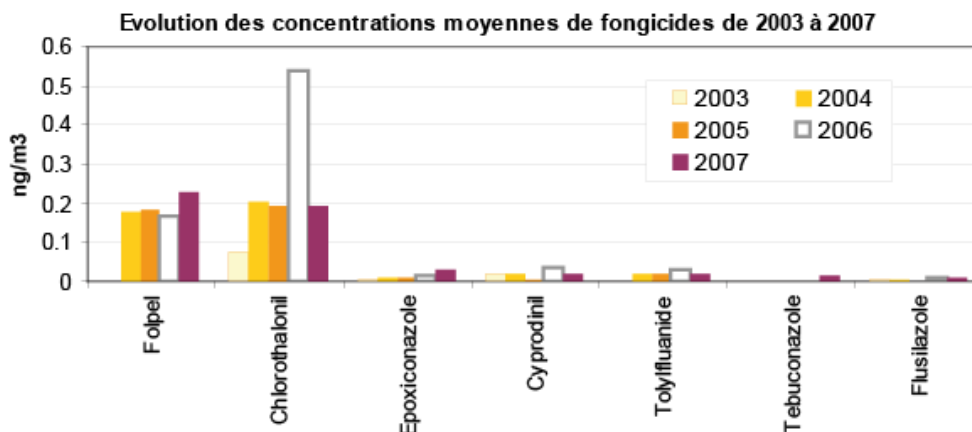


Figure 15 : Evolution des concentrations moyennes de fongicides de 2003 à 2007

Seuls deux fongicides sont détectés dans des concentrations non négligeables : le **folpel** et le **chlorothalonil**. Pour ces deux composés, on remarque peu d'évolution par rapport aux années 2003 à 2005. En 2006, des concentrations de chlorothalonil un peu plus élevées (1.42 et 2.16 ng/m3) avaient été prélevées, mais la tendance n'est pas confirmée en 2007.

Le **tolylfluamide**, bien que détecté une grande partie de l'année, ne l'est que dans des concentrations très faibles.

Le graphique suivant représente l'évolution depuis 2003 des concentrations moyennes d'insecticides prélevées sur Poitiers.

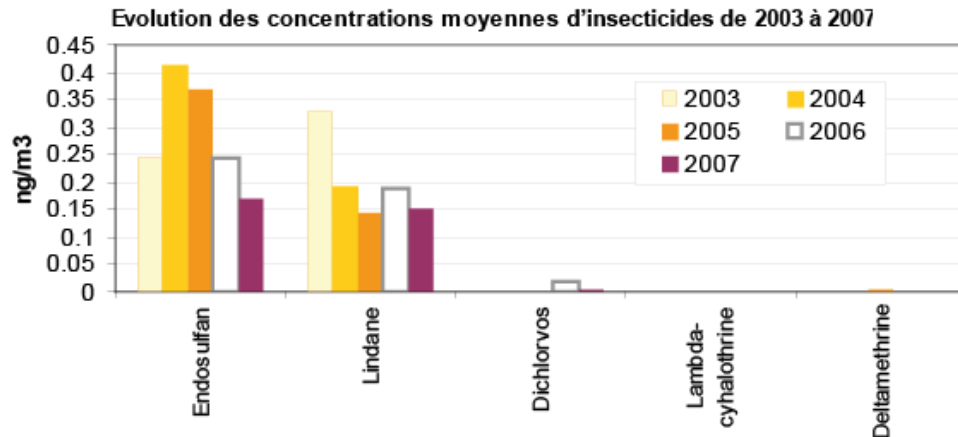


Figure 16 : évolution des concentrations moyennes d'insecticides de 2003 à 2007

Seuls deux insecticides, parmi ceux recherchés, sont détectés dans des concentrations non négligeables. Là encore, les concentrations de lindane évoluent peu ; la molécule reste le second insecticide détecté en terme de concentration.

En revanche les concentrations d'endosulfan poursuivent la baisse entamée en 2005. 2007 est l'année de mise en application de l'interdiction d'utilisation de la molécule (juillet 2007), on peut voir dans la baisse de cette année un premier impact de l'application de la réglementation.

### III.4 Concentrations maximales

Le graphique suivant représente l'évolution depuis 2003 des concentrations maximales d'herbicides prélevées sur Poitiers.

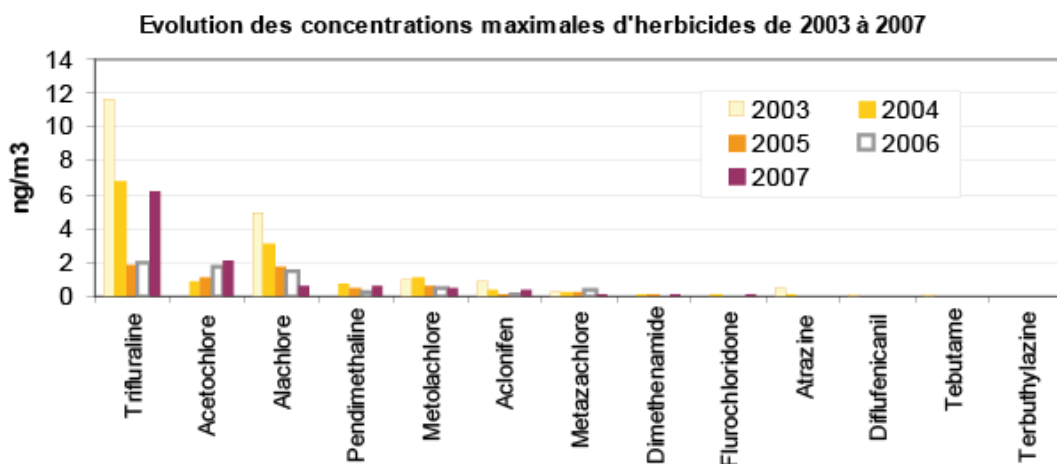


Figure 17 : évolution des concentrations maximales d'herbicides de 2003 à 2007

Une concentration assez élevée en **trifluraline** a été prélevée cette année au mois d'août (6.22 ng/m3), en début de période de traitement sur colza. C'est la valeur la plus élevée prélevée en 2007, toutes substances confondues.

De même que dans le cas des concentrations moyennes, les concentrations maximales d'**acétochlore** poursuivent une évolution à la hausse, et celle d'**alachlore** une évolution à la baisse. Ces valeurs traduisent là encore l'impact de l'évolution de l'utilisation de ces molécules.



Le graphique suivant représente l'évolution depuis 2003 des concentrations maximales de fongicides prélevées sur Poitiers.

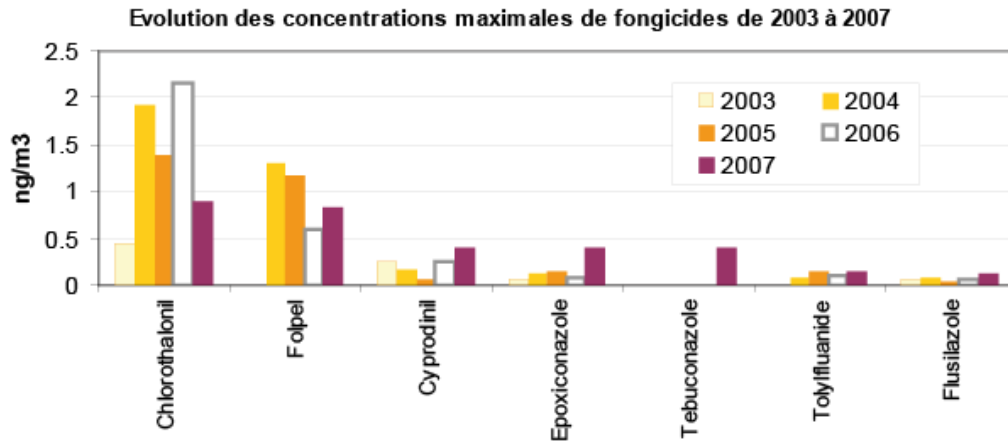


Figure 18 : évolution des concentrations maximales d'herbicides de 2003 à 2007

Les concentrations de fongicides prélevées cette année sont toutes inférieures à 1 ng/m<sup>3</sup>. Les conditions pluvieuses du printemps, favorables au développement des maladies fongiques n'ont pas eu d'impact sur les concentrations de fongicides prélevées.

Les conditions météorologiques froides et pluvieuses étaient, en revanche, peu favorables à la volatilisation ou dispersion des polluants.

Le graphique suivant représente l'évolution depuis 2003 des concentrations maximales d'insecticides prélevées sur Poitiers.

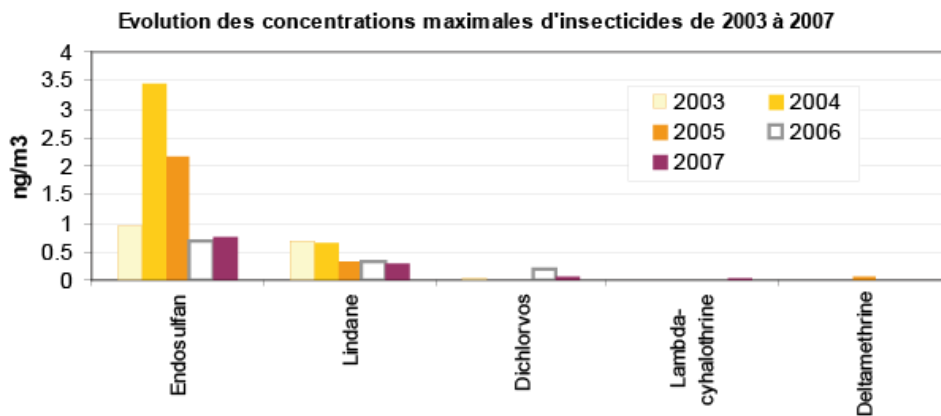


Figure 19 : évolution des concentrations maximales d'insecticides de 2003 à 2007

De même qu'en 2006, aucune concentration en insecticide supérieure à 0.8ng/m<sup>3</sup> n'est détectée pour les molécules recherchées. La valeur la plus élevée est une concentration d'endosulfan détectée début juin ; elle est de 0.75 ng/m<sup>3</sup>.

Chapitre  
IV.

## Exploitation par substances actives

## IV.1 La Trifluraline

La trifluraline est cette année encore le premier pesticide détecté sur Poitiers en terme de concentration. Herbicide très utilisé sur colza, la trifluraline est la 4<sup>ème</sup> substance active la plus utilisée sur la région en 2005.

En raison de sa forte volatilité, elle n'est pas pulvérisée sur les cultures mais incorporée au sol.

TRIFLURALINE	
Activité :	Herbicide
Famille chimique :	Toluidines (dinitroanilines)
Dose Journalière Admissible :	0.0024 mg/kg/jour
Constante de Henry :	16,8 Pa.m <sup>3</sup> .mole <sup>-1</sup>
Principales utilisations en Poitou-Charentes :	❖ <b>Tournesol</b> du 15 mars au 15 mai ❖ <b>Colza</b> du 15 août au 15 octobre
Tonnage utilisé en Poitou-Charentes en 2005 :	139 tonnes (4 <sup>ème</sup> rang)
Première année de mesure à Poitiers :	2003
Limite de quantification :	0.03 ng/m <sup>3</sup>

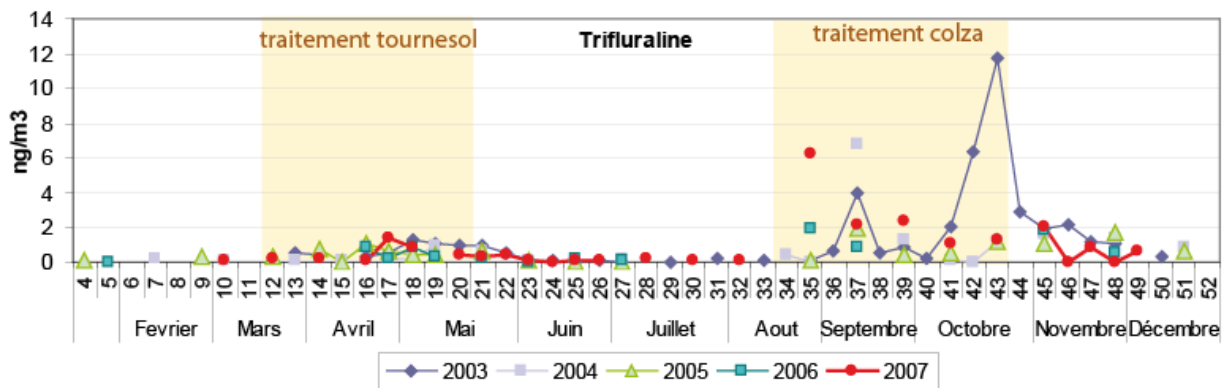


Figure 20 : profil annuel des concentrations de trifluraline dans l'air de 2003 à 2007

Le comportement de la molécule dans l'air est chaque année assez similaire : en début d'année jusqu'au début de la période de traitement du tournesol, la molécule est souvent présente dans l'air, à l'état de trace. Les concentrations augmentent à partir du mois d'avril, pendant le traitement des cultures de tournesol. Les concentrations dans l'air au printemps sont moyennement élevées, mais elles n'ont jamais dépassé 2 ng/m<sup>3</sup>.

Les concentrations diminuent dès la moitié du mois de mai ; la molécule n'est plus présente qu'à l'état de trace, et ce jusqu'à la fin du mois d'août. Là débute la période de traitement du colza, principale utilisation de la molécule. C'est là que les concentrations de trifluraline dans l'air sont les plus élevées. En 2007, contrairement aux années précédentes, une valeur assez élevée a été détectée dès la fin du mois d'août (6.22 ng/m<sup>3</sup>), en début de campagne de traitement. Les prélèvements suivants ont révélé des concentrations assez stables, de l'ordre de 2 ng/m<sup>3</sup>, jusqu'au début du mois de novembre. La molécule continue à être détectée par la suite, mais dans de moindres proportions.

Le profil annuel de la molécule est très représentatif du caractère volatil de la molécule. La substance est enfouie au sol et non pulvérisée, ce qui explique que la hausse des concentrations soit en général progressive jusqu'à la fin de la période de traitement. Après épandage, la molécule est volatilisée à partir du sol, et continue ainsi à être présente dans l'air dans des quantités importantes pendant plusieurs semaines après les traitements. Toujours en raison de son caractère volatil, elle est présente pendant presque toute l'année, même à l'état de traces.

## IV.2 L'acétochlore

L'acétochlore est un désherbant utilisé principalement sur maïs soit en pré-levée, soit en post-levée précoce. Elle fait partie des molécules utilisées en remplacement de l'atrazine. Son utilisation entre 2000 et 2005 a plus que triplé en Poitou-Charentes. Les concentrations moyennes mesurées dans l'air observent une nette tendance à la hausse depuis le début des mesures en 2004.

ACETOCHLORE	
Activité :	Herbicide
Famille chimique :	Chloroacétamides
Dose Journalière Admissible :	0.02 mg/kg/jour
Constante de Henry :	4.27E-03 Pa.m3.mole-1
Principales utilisations en Poitou-Charentes :	Désherbage du maïs en pré-levé (début avril à début mai)
Tonnage utilisé en Poitou-Charentes en 2005 :	90.5 tonnes (8 <sup>ème</sup> rang)
Première année de mesure à Poitiers :	2004
Limite de quantification :	0.04 ng/m3

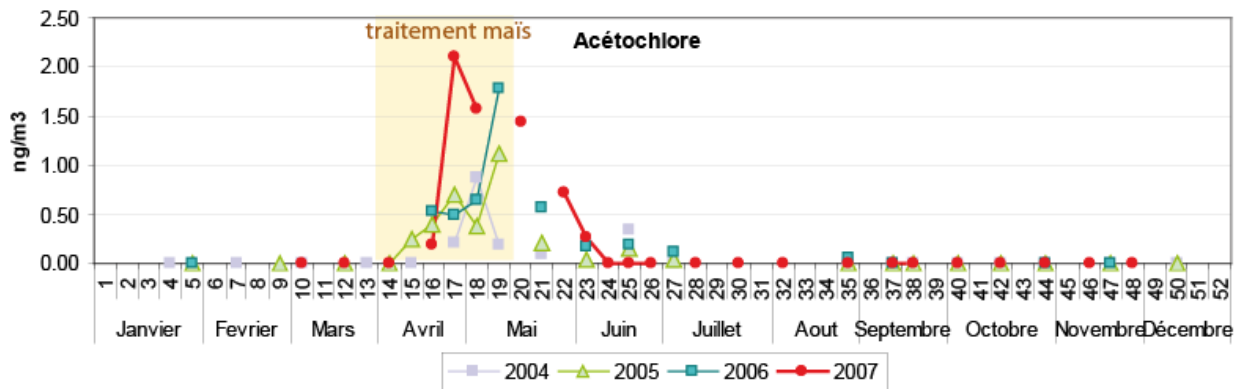


Figure 21 : profil annuel des concentrations d'acétochlore dans l'air de 2003 à 2007

La molécule d'acétochlore est peu présente dans l'air en dehors de périodes de traitement. Elle n'est pas détectée avant le mois d'avril, où commence le traitement en pré-semis du maïs. De même que dans le cas de la trifluraline, les concentrations les plus élevées ont été détectées un peu plus tôt cette année, à la fin du mois d'avril. Après le pic de concentrations, qui apparaît en plein cœur de la période de traitement, les valeurs décroissent régulièrement. L'acétochlore est encore détectée quelques semaines après les traitements, en raison de la conjugaison des phénomènes de persistance/ volatilisation de la molécule. Cette année, les conditions météorologiques froides et pluvieuses étant peu favorables à la volatilisation, la molécule n'est plus détectée dès la seconde semaine du mois de juin, alors que les années précédentes on la retrouvait encore en juillet ou même en août.

## IV.3 Le folpel

Le folpel est cette année le premier fongicide détecté en terme de concentration. Il s'agit pourtant d'une molécule utilisée sur la vigne, peu présente dans les environs de Poitiers.

FOLPEL	
Activité :	Fongicide
Famille chimique :	Dicarboximide
Dose Journalière Admissible :	0.1 mg/kg/jour
Constante de Henry :	7.8 E-03 Pa.m3.mole-1
Principales utilisations en Poitou-Charentes :	Vigne (lutte contre le mildiou) : fin avril à mi-août
Tonnage utilisé en Poitou-Charentes en 2005 :	165.2 tonnes (3 <sup>ème</sup> rang)
Première année de mesure à Poitiers :	2004
Limite de quantification :	0.054 ng/m3

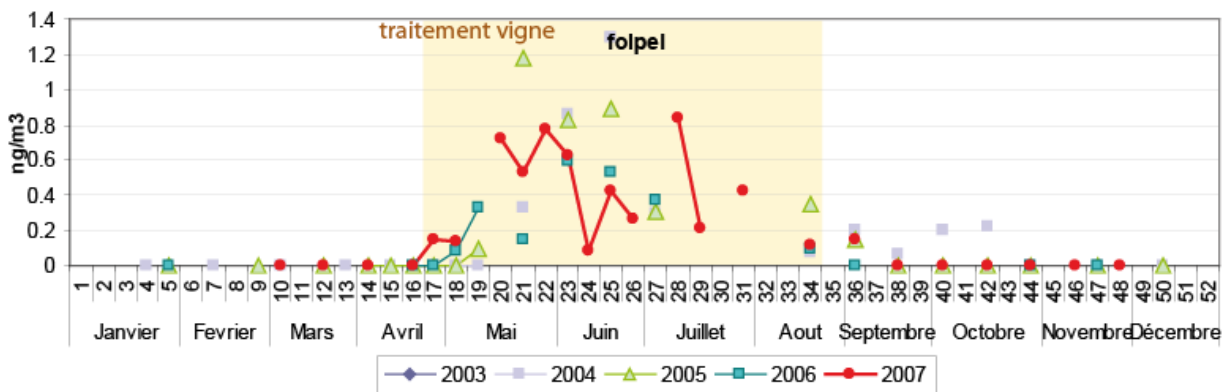


Figure 22 : profil annuel des concentrations de folpel dans l'air de 2003 à 2007

Les conditions climatiques particulières de l'année 2007 n'ont pas entraîné de contamination plus importante par le mildiou d'après les avertissements agricoles. Les concentrations de folpel dans l'air sont proches de celles mesurées les années précédentes.

Le folpel n'est pas détectable dans l'air en début d'année. Il est détecté à partir de la moitié du mois d'avril, en début de période de traitement de la vigne contre le mildiou. Les concentrations sont cette année particulièrement hétérogènes et variables durant la période de traitement ; les valeurs s'échelonnent entre 0.1 et 0.8 ng/m3. Dès la moitié du mois de septembre, la molécule n'est plus détectée.

Il est remarquable de constater à quel point la présence de folpel au centre-ville de Poitiers est corrélée aux périodes de traitement de la vigne. Cette dernière étant peu présente autour de Poitiers (malgré quelques vignes en haut-Poitou), on peut supposer que la molécule est transportée sur des distances importantes.

Des campagnes de mesures réalisées dans le Cognaçais en 2006 avaient révélé des concentrations en folpel pouvant atteindre 30 ng/m3. On est sur Poitiers très loin de ces valeurs, les concentrations n'ont jamais dépassé 1.5 ng/m3.

## IV.4 Le chlorothalonil

Le chlorothalonil est un fongicide utilisé sur pois et blé au mois de mai, et sur vigne en juin. Les concentrations de la molécule étaient en forte hausse en 2006, mais la tendance n'est pas confirmée en 2007.

Ce fongicide est chaque année parmi les molécules les plus détectées dans l'air en terme de concentration sur Poitiers, alors qu'il ne s'agit que de la 26<sup>ème</sup> substance utilisée sur la région.

CHLOROTHALONIL	
Activité :	Fongicide
Famille chimique :	Chloronitriles
Dose Journalière Admissible :	0.03 mg/kg/jour
Constante de Henry :	2.5 E-02 Pa.m3.mole-1
Principales utilisations en Poitou-Charentes :	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Pois : fin avril à fin mai</li> <li>❖ Blé : fin avril à fin mai</li> <li>❖ Vigne : juin</li> </ul>
Tonnage utilisé en Poitou-Charentes en 2005 :	21.8 tonnes (26 <sup>ème</sup> rang)
Première année de mesure à Poitiers :	2003
Limite de quantification :	0.048 ng/m3

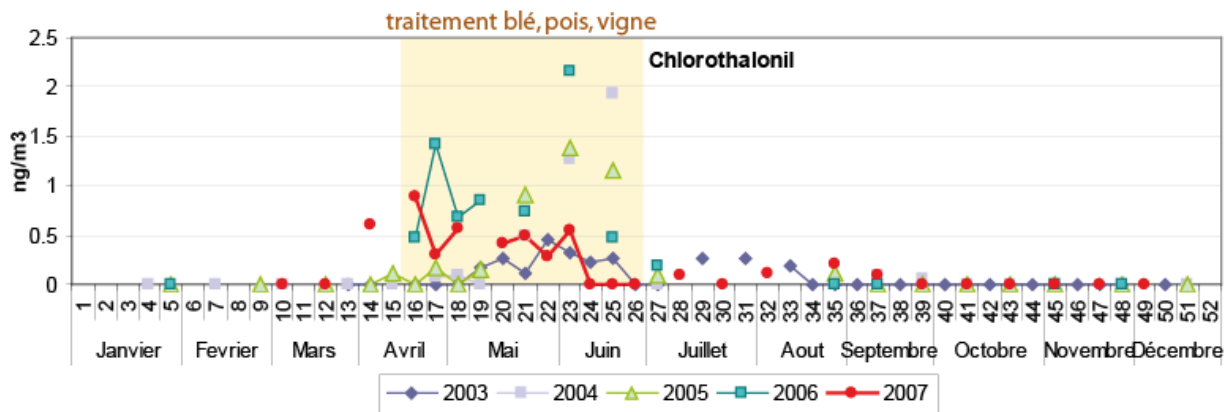


Figure 23 : profil annuel des concentrations de chlorothalonil dans l'air de 2003 à 2007

Les concentrations de chlorothalonil dans l'air sont généralement nulles jusqu'au mois d'avril ; la molécule apparaît dans l'air au moment des traitements du blé et du pois.

De même qu'en 2006, les valeurs élevées sont prélevées dès la fin du mois d'avril, ce qui pourrait être lié à l'utilisation du chlorothalonil sur le blé en mode préventif contre la septotriose de manière plus importante depuis l'année dernière (préconisation INRA en 2006).

Mais cette année, les concentrations sont relativement importantes dès le début du mois d'avril ; l'apparition de la molécule dans l'air est plus précoce que les années précédentes. On peut en attribuer l'origine aux conditions climatiques très clémentes du mois d'avril 2007, qui ont conduit les exploitants agricoles à traiter précocement.

Dès la fin de la période de traitement de la vigne (mois de juin) les concentrations sont en baisse. Elles sont particulièrement basses pendant cette période en 2007, puisque la molécule n'est pas détectée sur les trois dernières semaines du mois.

Elle est de nouveau ponctuellement détectée les mois suivant dans de faibles proportions, jusqu'à la fin du mois de septembre où on ne la retrouve plus sur les prélèvements.

## IV.5 Endosulfan

L'endosulfan est chaque année l'insecticide le plus présent dans l'air en terme de concentrations parmi les molécules recherchées. C'est un pesticide peu employé : moins d'une tonne de substance active est utilisée en 2005, loin derrière un composé comme le carbofuran (33.8 tonnes) qui n'est pourtant pas détecté.

Son large spectre d'action en fait un composé susceptible d'être utilisé tout au long de l'année sur un grand nombre de cultures.

L'endosulfan a fait l'objet d'une interdiction courant 2007 : il est interdit d'utilisation depuis le 1er juillet 2007.

ENDOSULFAN	
Activité :	Insecticides
Famille chimique :	Organo-Chloré
Dose Journalière Admissible :	0.006 mg/kg/jour
Constante de Henry :	2.9 E-2 Pa.m3.mole-1
Principales utilisations en Poitou-Charentes :	L'utilisation de l'endosulfan est interdite depuis juin 2007 <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Colza : fin février-mars</li> <li>❖ Colza et pois : avril-juin</li> <li>❖ Colza : septembre-octobre</li> <li>❖ Arboriculture (très peu) : du 15/05 au 15/07</li> </ul>
Tonnage utilisé en Poitou-Charentes en 2005 :	0,99 tonnes (156 <sup>ème</sup> rang)
Première année de mesure à Poitiers :	2003
Interdiction :	30/05/2007
Seuil de détection :	0.06 ng/m3

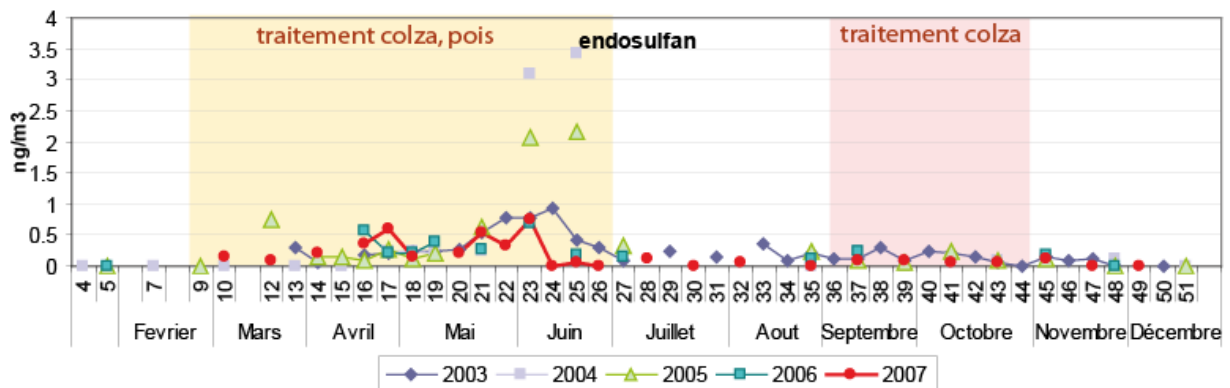


Figure 24 : profil annuel des concentrations d'endosulfan dans l'air de 2003 à 2007

L'endosulfan est une molécule aux propriétés volatiles et persistantes proches du lindane ; il est chaque année présent dans l'air tout au long de l'année à l'exception des mois les plus froids, pendant lesquels la molécule n'est plus volatilisée.

Les concentrations augmentent sensiblement, comme chaque année, à partir de la fin du mois de mars. Les valeurs les plus élevées sont généralement mesurées en mai.

Cette année, même en période de traitement, les concentrations sont peu élevées, et ne dépassent pas 1 ng/m3.

Les mois de septembre et d'octobre correspondent à une période potentielle de traitement du colza, mais les concentrations sont chaque année beaucoup plus faibles qu'au printemps. En 2007, l'endosulfan ne pouvait plus être utilisé à partir du mois de juillet. La molécule est encore détectée de juillet à octobre, mais la persistance de la molécule dans l'air, et sa volatilisation à partir des sols suffisent à expliquer sa présence à l'état de trace.

## IV.6 Le lindane

Le lindane est un isomère de l'hexachlorocyclohexane (HCH). Comme tous les autres POP, le lindane peut être transporté sur de longues distances dans l'atmosphère : des résidus ont été trouvés partout dans le monde, y compris dans l'Arctique et l'Antarctique.

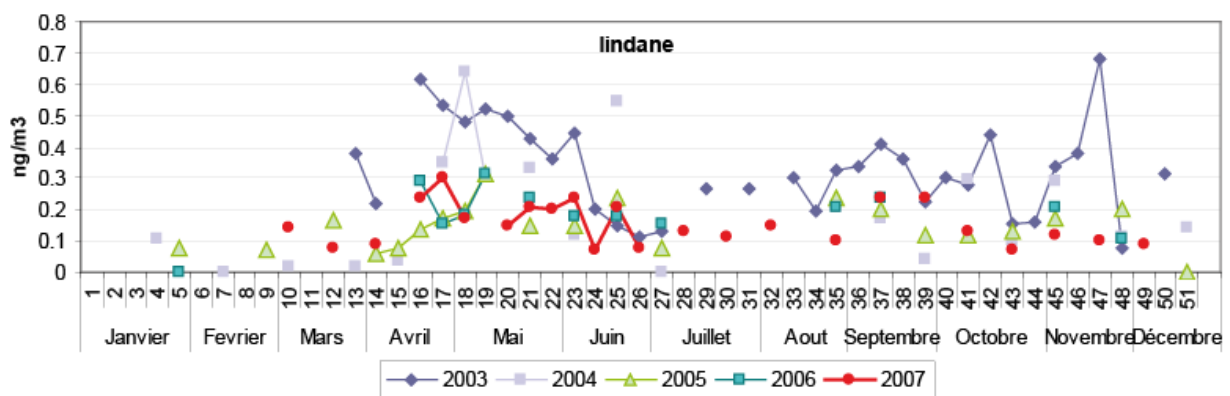
Il s'évapore et se condense, puis retombe dans les océans et les masses d'eau douce où il recommence son cycle; il s'agit de « l'effet sauterelle ».

Le lindane se métabolise assez rapidement chez les espèces courantes de laboratoire. Chez les êtres humains, la demi-vie du lindane est d'une journée environ. Cependant, des prélèvements sur certains mammifères, oiseaux et poissons de l'Arctique révèlent que, dans certaines conditions d'exposition prolongée, l'accumulation biologique du lindane peut s'avérer supérieure à son métabolisme. Bien qu'il soit prouvé que le lindane a tendance à s'accumuler dans les tissus des animaux arctiques, contrairement à d'autres POP, rien n'indique clairement qu'il donne lieu à une bioamplification dans la chaîne alimentaire.

Le lindane a de nombreux effets toxicologiques, notamment celui de dérégler les systèmes reproducteurs et endocriniens. Une exposition aiguë (ponctuelle) au lindane peut aussi bien provoquer une irritation cutanée bénigne que des étourdissements, des maux de tête, des diarrhées, des nausées, des vomissements, des convulsions et même la mort. Des données toxicologiques montrent qu'une exposition chronique permanente au lindane peut avoir des effets néfastes sur le foie et le système nerveux des animaux, causer le cancer et même avoir des effets immuno-suppresseurs.

Cette substance est classée dans le groupe des cancérrogènes possibles pour l'homme (classe 2B) par le Centre international de recherche sur le cancer (Circ).

LINDANE	
Activité :	Insecticides
Famille chimique :	Organo-Chloré
Constante de Henry :	9.8 E-1 Pa.m3.mole-1
Principales utilisations en Poitou-Charentes :	Molécule interdite d'utilisation depuis 1998
Tonnage utilisé en Poitou-Charentes en 2005 :	0,99 tonnes (156 <sup>ème</sup> rang)
Première année de mesure à Poitiers :	2003
Limite de quantification :	0.030 ng/m3
Interdiction :	1998



Malgré l'arrêt de son utilisation agricole en France en 1998, le lindane est encore détecté chaque année tout au long de l'année, dans des proportions non négligeables puisqu'il occupe en 2007 le 6<sup>ème</sup> rang parmi les pesticides recherchés.

Le lindane est détecté tout au long de l'année en 2007, de mars à décembre. Les concentrations sont du même ordre de grandeur qu'en 2006. Les concentrations qui étaient en baisse de 2003 à 2005 stagnent désormais dans une échelle de valeur de 0,1 à 0,3 n/m<sup>3</sup>.



## IV.7 Pendimethaline

La pendiméthaline est un herbicide potentiellement utilisable sur un grand nombre de cultures, au printemps ou à l'automne. Le profil annuel des concentrations de pendiméthaline dans l'air est assez constant d'une année à l'autre, et est très lié aux phases de traitements.

PENDIMETHALINE	
Activité :	Herbicide
Famille chimique :	Dinitroaniline
Dose Journalière Admissible :	0.05 mg/kg/jour
Constante de Henry :	2.73 Pa.m <sup>3</sup> .mole <sup>-1</sup>
Principales utilisations en Poitou-Charentes :	Pois, tournesol, blé, orge d'hiver et un peu sur maïs : du 15/03 au 15/05 ainsi qu'en hiver pour les grandes cultures
Tonnage utilisé en Poitou-Charentes en 2005 :	39.3 tonnes ( 14 <sup>ème</sup> rang)
Première année de mesure à Poitiers :	2003
Limite de quantification :	0.03 n/m <sup>3</sup>

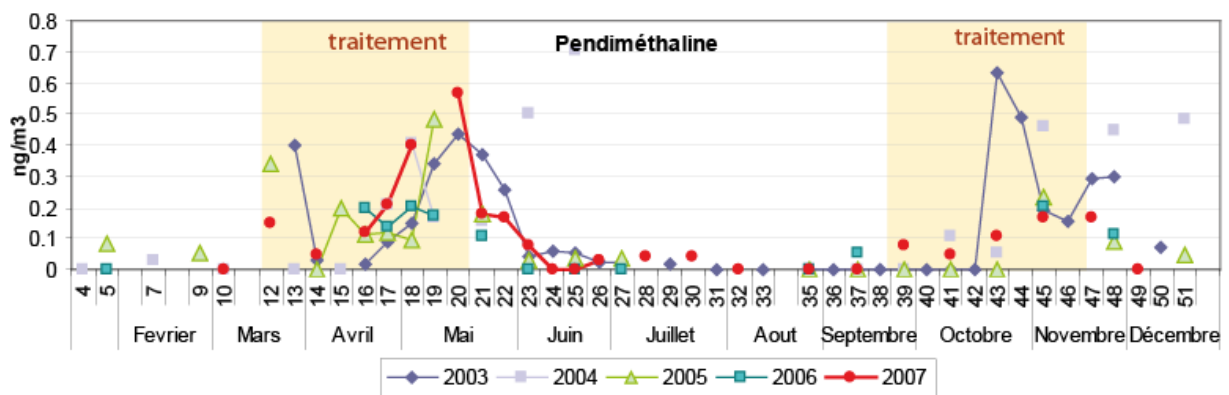


Figure 25 : profil annuel des concentrations de pendiméthaline dans l'air de 2003 à 2007

La pendiméthaline a toujours été détectée sur Poitiers à des concentrations inférieures à 1 ng/m<sup>3</sup>. La présence de la molécule dans l'air est très liée aux deux périodes de traitement printanière et automnale. Entre ces deux intervalles, en juillet-août, les concentrations sont très faibles voire nulles.

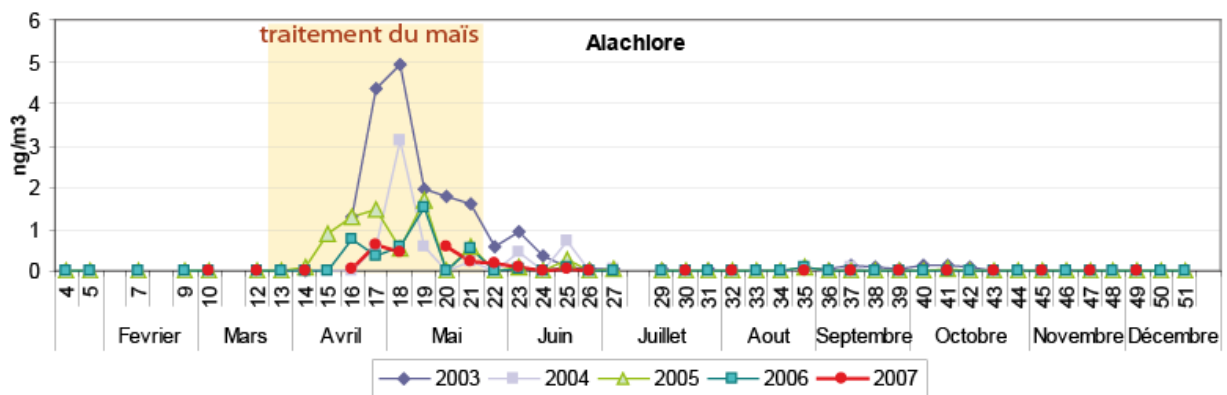
La molécule est détectée dès la fin du mois de février en début de désherbage sur les cultures de printemps. Les concentrations atteignent chaque année un pic aux environs du 15 mai. Elles décroissent ensuite très rapidement fin mai, pour n'être présentes qu'à l'état de traces jusqu'au mois de septembre. D'octobre à novembre, les concentrations dans l'air augmentent très sensiblement, bien que ces trois dernières années, les concentrations à cette période de l'année aient été moins élevées qu'en 2003 ou 2004. Cette année, la molécule n'est plus détectée dès la première semaine du mois de décembre.



## IV.8 Alachlore

L'alachlore est un herbicide du maïs applicable en pré-levée, en pré-semis (incorporé), en post semis et en post-levée précoce.

ALACHLORE	
Activité :	Herbicide
Famille chimique :	Chloroacétamides
Dose Journalière Admissible :	0.0005 mg/kg/jour
Constante de Henry :	2.1E-3 Pa.m3.mole-1
Principales utilisations en Poitou-Charentes :	Maïs de fin mars à mi-mai, voir jusqu'à mi-juin pour certains fond de Vallée.
Tonnage utilisé en Poitou-Charentes en 2005 :	19.2 tonnes ( 30 <sup>ème</sup> rang)
Première année de mesure à Poitiers :	2003
Limite de quantification :	0.018 ng/m <sup>3</sup>
Interdiction d'utilisation :	18/06/2008



L'utilisation d'alachlore en Poitou-Charentes a connu un net recul ces dernières années : entre 2000 à 2005, les utilisations ont diminué d'un facteur 4 (source GRAP).

Cette baisse se traduit très visiblement sur les concentrations dans l'air qui sont chaque année plus faibles. En 2007, les concentrations mesurées n'ont pas dépassé 1ng/m.

La période de détection de la molécule s'est également réduite cette année : la molécule n'a été détectée que de mi-avril à mi-juin. La molécule étant peu persistante, elle n'est plus détectée dès le mois de juillet.

L'alachlore a fait l'objet d'une interdiction d'utilisation qui prendra effet en juin 2008.

## CONCLUSIONS

L'année 2007 a connu des conditions météorologiques très particulières qui ont eu une influence sur la présence des pesticides dans l'air.

La fin du mois de mars et le mois d'avril très doux ont conduit les exploitants agricoles à traiter plus précocement les cultures : on détecte ainsi dans des proportions importantes quelques semaines avant la normale des molécules comme la trifluraline ou l'acétochlore, utilisées comme herbicide du maïs, ou le chlorothalonil, fongicide du blé.

En revanche, les conditions froides et pluvieuses du mois de mai ont été peu propices à la volatilisation et persistance dans l'air des molécules épandues. Ainsi cette année, on ne détecte plus dès la mi-juin des herbicides comme l'alachlore, l'acétochlore ou l'aclonifen, qui étaient présent jusqu'en juillet, voire en août les années précédentes.

Les conditions humides et pluvieuses de l'année 2007 n'ont pas entraîné de problème phytosanitaire particulier si l'on en croit les avertissements agricoles. De fait, on n'observe pas cette année d'augmentation particulière de fongicides ou d'insecticides dans l'air.

On peut retenir en particulier pour l'année 2007 :

- ❖ La **trifluraline**, herbicide du tournesol et du colza est comme chaque année la molécule dont les concentrations dans l'air sont les plus élevées. Les concentrations sont en hausse par rapport aux années précédentes.
- ❖ Les concentrations **d'acétochlore**, herbicide qui a connu une forte augmentation de son utilisation de 2000 à 2005 sur la région, sont chaque année de plus en plus élevées dans l'air.
- ❖ A l'inverse, un autre herbicide très utilisé sur maïs est détecté avec des concentrations moins élevées : **l'alachlore**. On peut peut-être voir dans la baisse des concentrations et de la fréquence de détection de la molécule l'impact du recul de son utilisation ces dernières années : on enregistre entre 2000 et 2005 une diminution des utilisations de près d'un facteur 4 (Source GRAP).
- ❖ Seuls deux fongicides sont détectés dans des concentrations non négligeables : le **folpel** et le **chlorothalonil**. Pour ces deux composés, on remarque peu d'évolution des concentrations moyennes prélevées par rapport aux années 2003 à 2005. En 2006, des concentrations de chlorothalonil un peu plus élevées (1.42 et 2.16 ng/m<sup>3</sup>) avaient été détectées, mais la tendance n'est pas confirmée en 2007.
- ❖ Seuls deux insecticides, parmi ceux recherchés, sont détectés dans des concentrations non négligeables : le **lindane** et **l'endosulfan**. Les concentrations de lindane évoluent peu ; la molécule reste le second insecticide détecté en terme de concentration. En revanche les concentrations d'endosulfan poursuivent la baisse entamée en 2005.

Parmi les 37 substances actives suivies de 2004 à 2007 par ATMO Poitou-Charentes, 2 ont été interdites d'utilisations en 2007 (tolylfluanide, endosulfan). Il est encore trop tôt cette année pour voir l'impact sur les concentrations dans l'air des interdictions de 2007, notamment concernant l'endosulfan.

La campagne de mesure de 2008 permettra de tirer les premières conclusions sur l'évolution des concentrations dans l'air des molécules concernées.

## Table des figures

Figure I-1 :voies d'entrée et de sortie des pesticides dans l'atmosphère .....	9
Figure 2 : Emplacement du site de mesure : vue rapprochée .....	10
Figure 3 : Emplacement du site de mesure : vue d'ensemble .....	10
Figure 4 : Module d'échantillonnage assemblé dans le préleveur et ses différents éléments (photo INERIS – LCSQA) .....	11
Figure 5 : calendrier des campagnes de prélèvement sur Poitiers de 2003 à 2007 .....	14
Figure 6 : Cumul hebdomadaire des précipitations sur Biard en 2007 .....	15
Figure 7 : Force du vent sur Biard en 2007 .....	15
Figure 8 : Températures moyennes hebdomadaires sur Biard en 2007 .....	16
Figure 9 : Substances non recherchées en 2003 .....	17
Figure 10 : Nombre de substances actives détectées par campagne de prélèvement en 2007 .....	18
Figure 11 : évolution des fréquences de détection des herbicides de 2003 à 2007 .....	20
Figure 12 : évolution des fréquences de détection des fongicides de 2003 à 2007 .....	21
Figure 13 : évolution des fréquences de détection des insecticides de 2003 à 2007 .....	21
Figure 14 : évolution des concentrations moyennes d'herbicides de 2003 à 2007 .....	22
Figure 15 : Evolution des concentrations moyennes de fongicides de 2003 à 2007 .....	22
Figure 16 : évolution des concentrations moyennes d'insecticides de 2003 à 2007 .....	23
Figure 17 : évolution des concentrations maximales d'herbicides de 2003 à 2007 .....	23
Figure 18 : évolution des concentrations maximales d'herbicides de 2003 à 2007 .....	24
Figure 19 : évolution des concentrations maximales d'insecticides de 2003 à 2007 .....	24
Figure 20 : profil annuel des concentrations de trifluraline dans l'air de 2003 à 2007 .....	25
Figure 21 : profil annuel des concentrations d'acétochlore dans l'air de 2003 à 2007 .....	26
Figure 22 : profil annuel des concentrations de folpel dans l'air de 2003 à 2007 .....	27
Figure 23 : profil annuel des concentrations de chlorothalonil dans l'air de 2003 à 2007 .....	28
Figure 24 : profil annuel des concentrations d'endosulfan dans l'air de 2003 à 2007 .....	29
Figure 25 : profil annuel des concentrations de pendiméthaline dans l'air de 2003 à 2007 .....	31

## Table des tableaux

Tableau II-1 : principales substances actives utilisées par type de culture en Poitou-Charentes en 2005 .....	12
Tableau 2: Liste des pesticides recherchés en 2007 .....	13
Tableau 3 : Calendrier des concentrations prélevées pour les molécules détectées .....	19

## Références

- [1] UNEP/POPS/POPRC.1/8
- [2] Nagabe et al., Environmental Science and Technology. 27: 1930–1933. 1993.
- [3] Harner, T. et al., Environmental Science and Technology. 33: 1157–1164. 1999.
- [4] Harner, T. et al., Geophysical Research Letters. 27: 1155–1158. 2000.
- [5] Enquête sur les utilisations de produits phytosanitaires en Poitou-Charentes pour l'année 2005, FREDON
- [6] <http://www.inra.fr/agritox/php/fiches.php> : AGRITOX - Base de données sur les substances actives phytopharmaceutiques, INRA
- [7] Index phytosanitaire, ACTA, 2001
- [8] Emission Factor Documentation for AP-42 Section 9.2.2 Pesticide Application Final Report, EPA, septembre 1994
- [9] <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/> : e-phy, catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages des matières fertilisantes et des supports de culture homologués en France, Ministère de l'agriculture et de la pêche, SPV.
- [10] Comparaison des concentrations en pesticides dans l'air à Poitiers en 2003 et en 2004 (bilan au 1er semestre), ATMO Poitou-Charentes 2004

[11] « Inventaire des émissions de produit phytosanitaires en Poitou-Charentes – Année de référence 2000 », ATMO Poitou-Charentes 2005

[12] « Détermination des pesticides à surveiller dans le compartiment aérien : approche par hiérarchisation –Synthèse du comité de pilotage », INERIS, décembre 2005

## ANNEXE I

### Limite de quantification par substance active

	Limite de quantification	
	ng/échantillon	ng/m3 *
Acétochlore	5	0.030
Aclonifen	9	0.054
Alachlore	3	0.018
Atrazine	2	0.012
Azoxystrobine	13	0.077
Bifénox	20	0.119
Bromoxynil octanoate	20	0.119
Carbofuran	2	0.012
Chlorothalonil	8	0.048
Cyprodinil	6	0.036
Deltaméthrine	10	0.060
Dichlorvos	5	0.030
Diclofop-méthyl	3	0.018
Diflufénicanil	3	0.018
Diméthénamide	2	0.012
Endosulfan	10	0.060
Epoxiconazole	12	0.071
Ethyl parathion	10	0.060
Fénazaquin	5	0.030
Fénoxaprop p éthyl	2	0.012
Fenpropimorphe	3	0.018
Flurochloridone	3	0.018
Flurtamone	9	0.054
Fluzilazole	5	0.030
Folpel	9	0.054
Krésoxim méthyl	5	0.030
Lamba-cyhalothrine	2	0.012
Lindane	5	0.030
Métaldéhyde	20	0.119
Métazachlore	6	0.036
Métolachlore	4	0.024
Oxadixyl	4	0.024
Pendiméthaline	5	0.030
Phosalone	20	0.119
Phosmet	6	0.036
Tébuconazole	20	0.119
Tébutame	10	0.060
Terbuthylazine	4	0.024
Tolyfluanide	3	0.018
Trifluraline	5	0.030

\* pour un prélèvement de 168 heures, soit 7 jours, avec un débit de 1 m3/heure.